高黎贡山研究文丛　第一卷

高黎贡山自然与生物多样性研究

主编　熊清华　艾怀森



科学出版社
北京

内 容 简 介

高黎贡山是中国生物多样性最丰富的地区之一，具有“动植物种属复杂、新老兼备、南北过渡、东西交汇”的格局，素有“绿色宝库、动物乐园”的美称。全国专家学者们到高黎贡山进行科学考察后，在国内外各种学术刊物上发表了许多研究论文和调查报告。我们全面收集发表在国内外学术刊物上的关于高黎贡山的研究论文，汇编成《高黎贡山研究文丛》，旨在将这些资料和信息进行收集、整理并编辑出版。

本书适用于生物多样性保护方面的科研和教学工作者，以及对从事自然保护区工作的各级工作者和对高黎贡山感兴趣的各界人士。

图书在版编目(CIP)数据

高黎贡山自然与生物多样性研究/熊清华，艾怀森主编. —北京：科学出版社，2006

（高黎贡山研究文丛第1卷）

ISBN 7-03-017219-1

Ⅰ.高…　Ⅱ.①熊…②艾…　Ⅲ.生物多样性-环境保护-保山市-文集　Ⅳ.X176-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第047319号

责任编辑：霍春雁　彭克里　席　慧/责任校对：宋玲玲

责任印制：钱玉芬/封面设计：耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行　各地新华书店经销

*

2006年7月第 一 版　开本：787×1092　1/16

2006年7月第一次印刷　印张：47

印数：1—2 500　字数：1 100 000

定价：150.00元

（如有印装质量问题，我社负责调换〈科印〉）

主编简介

熊清华　男，汉族，1955年10月生于云南昭通，20世纪80年代初毕业于云南大学。现任中共保山市委书记，研究员，兼任华中科技大学、云南大学、云南农业大学、云南民族大学经济学教授、硕士研究生导师。从1994年起享受国务院颁发的政府特殊津贴。近十年来，已出版著作11部，发表论文50余篇。主要研究领域：区域经济学、生态经济学、文化学。

艾怀森　男，汉族，1968年5月生于云南腾冲，1990年毕业于云南大学生物系动物学专业。现任云南高黎贡山国家级自然保护区保山管理局局长，高级工程师，是享受云南省人民政府特殊津贴的专家。主要从事动物生态、野生动植物的传统利用与保护方面的研究。发表学术论文10余篇，参与撰写专著3部。



前言

高黎贡山北起西藏高原，南达中南半岛的缅甸境内，横亘在中国的西部，绵延六百余公里，跨越五个纬度，地势北高南低，高差达 3000 多米。这种得天独厚的自然条件使得高黎贡山犹如一座巨大的桥梁，成为野生动植物南北过渡的走廊和第三纪、第四纪冰期中野生动植物的“避难所”，形成了“动植物种属复杂、新老兼备、南北过渡、东西交汇”的格局。高黎贡山生物多样性非常丰富，自然景观独特而壮丽，素有“世界物种基因库”、“世界自然博物馆”、“哺乳类动物祖先的发源地”、“东亚植物区系的摇篮”等美称。中国科学院生物多样性委员会将其列为“具有国际意义的陆地生物多样性关键地区”和“重要模式标本产地”。

近几年来，随着研究的不断深入，高黎贡山丰厚的历史文化、多种多样的民族文化及宗教文化都渐渐为社会各界所认识。在高黎贡山的两侧，考古人员发现了许多新石器文化遗址，证明 4000 年前这里就有人烟稠密的原始人群生活。至今遗迹犹存的古城和保存完整的南方丝绸之路也都说明了这里古代文明的辉煌。现在，高黎贡山两侧依然生活着汉、彝、白、傣、傈僳、怒等 10 多个民族，他们各自不同的风俗习惯及宗教都具有浓郁的地域特色。因此，高黎贡山又被誉为“文化之山”以及“人类的双面书架”。

高黎贡山有文字记述的研究历史最早可追溯到唐代。晚唐著名学者樊绰在其所著的《云南志》中，就详细记载了有关高黎贡山气候和地质等方面的内容。现代意义上的研究则始于 19 世纪末 20 世纪初，当时有许多外国学者到高黎贡山采集标本，其中最著名的是英国人乔治·福里斯特。他自 1904 年始的 28 年间 7 次到高黎贡山，共采集了植物标本 3 万多号、10 万多份，发现植物新种 1200 多种，鸟类新种 30 种。

为了梳理过去的研究成果，给当代和未来的研究者和管理者提供一个科学理论的平台，也为正在进行高黎贡山研究的学者提供一个成果交流的园地，我们特编纂《高黎贡山研究文丛》。这一套丛书是关于高黎贡山的全方位、多学科、多层次、多形式的大型研究丛书。丛书的出版将有助于政府生态建设的宏观决策，也为自然爱好者提供了一个了解高黎贡山的窗口。启动和实施这一庞大的工程，难度可想而知，再加之编纂者经验不足，理论水平有限，疏误之处在所难免，敬请各位专家、学者和读者多提宝贵意见，使本套丛书不断完善。能成为高黎贡山研究学人中的一员，做一些力所能及之事，这是我们的荣幸。我们将继续努力，尽力追求完美。

熊清华

2006 年 3 月 20 日



目　录

第三部分 动物研究

第四部分 微生物研究

引　论

熊清华

1　概述

高黎贡山位于中国云南省西部，面积约 280 万 hm^2。全区处于喜马拉雅山东部南延地段，与云岭、怒山构成地球上最雄伟也是最著名的三条横断山系。高黎贡山作为伊洛瓦底江与怒江（萨尔温江）的分水岭，处于古北极和古热带植物成分的过渡交汇之地。这里物种丰富，特有种多，被誉为动物祖先的发源地。高黎贡山丰富的生物多样性是由自然地理环境的多样化与物种进化分异形成的。在中国所有保护区中，高黎贡山国家级自然保护区具有相当重要的地位，它是中国众多保护区中为数不多的、被联合国教科文组织列为“人与生物圈自然保护区”的保护区。同时，世界野生生物基金会（WWF）也把高黎贡山国家级自然保护区列为 A 级（全球重要）自然保护区。由于高黎贡山的生物多样性，国内外的专家们将之喻为“世界物种基因库”。

这条在地质史近代强烈隆起的断层山脉，北接青藏高原，南衔中南半岛，东邻横断山系的怒山山脉，西毗印缅山地，纵跨中国云南西部，从北到南，绵延 600 余公里，跨越五个纬度。整个山体呈南北宽、中间窄的地理特点。在南北走向且北高南低的整个山脉走势中，最高点为云南省贡山独龙族怒族自治县境内的嘎娃嘎普峰顶，海拔5128m；最低点在云南省西南盈江县的中缅界河交汇处，海拔仅 210m。南北最大相对高差 4918m，北部和中部的大部分山体垂直高差在 2500～3000m 之间，南部山体逐渐变低，高差仍在 800～1000m 之间。巨大的垂直高差形成了独特的立体气候，加上复杂的地形，使高黎贡山呈现出极其复杂多样的生态环境。高黎贡山所处的地理位置及特点使它犹如一座连接亚洲大陆中部和南部的巨大的“桥梁”。在漫长的生物演化过程中，高黎贡山一直是地球上生命演化的重要“舞台”和南北生物迁移扩散过渡的“走廊”。

高黎贡山是中国西部一条低纬度与高海拔的巨大山脉，距离西南季风印度洋的源地较近，水汽来源充沛，为各类植物的生长提供了绝好的环境。此外，由于高黎贡山具有沟通青藏高原与中南半岛的“走廊”与“桥梁”的作用，且东邻云贵高原，西毗印缅山地，从南向北、从西向东呈逐渐过渡与转化的特点，因而它不论在气候上抑或生物上，都具有强烈的混合与过渡的色彩。热带、亚热带动植物沿河流上溯，分布在高黎贡山地势较低的河谷中，青藏高原区的动植物又可以沿山脊南下，分布到海拔较低而地势较高的山体上部。高黎贡山一直是古热带植物区系与泛北极植物区系成分交汇过渡的地带，融合了青藏高原、中南半岛及本地种属的动植物，使该地区动植物种属复杂化，特有化程度雄居世界大陆区系之最。

高黎贡山因其“动植物种属复杂、新老兼备、南北过渡、东西交汇”的特殊格局而被世界动、植物学家誉为“雉类和鹛类的乐园”、“哺乳类动物祖先的发源地”、“东亚植

物区系的摇篮”。中国科学院生物多样性委员会编撰的《中国生物多样性》一书将其列为“具有国际意义的陆地生物多样性关键地区”和“重要模式标本产地”。

随着研究内容的深入和研究范围的不断扩展，对高黎贡山的研究不断从自然科学领域向社会科学领域的多学科延伸。近年来，在高黎贡山自然保护区两侧发现了许多新石器文化遗迹，促进了该地区人文科学的研究。考古证明，早在四千多年前，高黎贡山就有原始部落分布。至少在公元前 4 世纪便有驮着蜀布、丝绸漆器的商队从蜀地出发越过高黎贡山，抵达腾越与印度商人交换商品，或继续前行到达伊洛瓦底江上游，然后越过钦敦江与那加山脉到印度阿萨姆邦，沿着布拉马普特拉河谷再抵达印度平原。这条被当代史家称为“南方丝绸之路”的“蜀·身毒道”，原本是春秋时期的一条南北民族迁移、民间贸易的自然通道，战国之后由于商业的发展，逐渐演化为一条巴蜀商人与国外通商的民间贸易通道。

当西南的民间商贾在越过高黎贡山的这条古老道路上至少已经进行了两个世纪的“国际贸易”后，中原的商人们才驮着丝绸从西北进入欧洲。一千多年后，著名的海上南方丝绸之路才发展起来。“蜀·身毒道”使高原之上的闭塞的云南最早敞开了一条通向大海的通道，印度洋的海风于是从古老的道路上吹入这片隆起的高原。而此时中原正与强大的匈奴民族作战，加之航海业的不发达，著名的北方丝绸之路与同样著名的南方海上丝绸之路尚未能开通，于是这条翻越高黎贡山抵达印度的古道便成了当时中国与外面世界的唯一通道。这样的情形大约持续了约两百年之久。这一“秘密”的民间商道的发现始于汉武帝元狩元年（公元前 122 年），当时博望侯张骞出使西域，归来后向汉武帝禀报了他在大夏（今阿富汗北部）见到蜀布与邛竹杖及蜀郡商人私下通商身毒（印度）、大夏的情形。此后这条远古时就存在的民间商道才开始逐渐成为一条由官方维修管理的“国际大通道”。

东汉明帝永平十二年（公元 69 年）设立了汉王朝开拓与经营西南的最边远的郡——永昌郡（今保山），也是南方丝绸之路上的最后一个国内、国外物质集散地。为了保证国际通道的畅通，汉王朝除了以军队作保证之外，还采取了一系列后继措施，其中比较重要的是在道路沿线设置邮亭、驿站，“移民实边”和“屯田”。将稠密的内地人口大量迁至边地，这种政府组织的大规模的人口迁移行动，实际上也是一次大规模的文化迁移。从此这片遥远的“蛮夷之地”与中原便有了一种无法割舍的血缘联系。高黎贡山的本土文化也开始出现中原化的痕迹。

高黎贡山封闭的地理形势使外部文化不易深入，所以当地土著民族长期保持自己“夷狄”的风貌。居住在高黎贡山山麓的土著民族，除了因某种历史的原因举族迁徙与其他民族融合并成为新的民族之外（如景颇族与缅甸掸族），大多仍保持着古代的风貌，即服饰、文化稍有差异，总体上是沿袭过去（尤其是在道路仍不发达的边远地区）。由于怒江东面的怒山与西面的高黎贡山的阻隔大大地削弱和延缓了自秦统一中原以来汉文化的推进，并且由于其他多种多样的原因，中原与云南保持着不是治外、羁縻就是教化与被教化的关系，因而云南的文化自古以来就是一种边疆文化，也可以说是一种混合文化。而作为南方丝绸之路末段的高黎贡山，则更是一个处于多重交汇的重要地带，是一个文化碰撞的特殊区域。

在广袤的高黎贡山地域内分布有汉、傣、傈僳、景颇、怒、独龙、阿昌、纳西、

回、白、苗、壮、佤、彝、藏、德昂等共16种世居民族，约170万人，其分布格局为“大杂居、小聚居”，其中人口数量相对较多的有汉族、傣族、傈僳族、景颇族、怒族、独龙族、阿昌族等。由于各个民族的文化及宗教背景的差异，使高黎贡山的文化与宗教亦呈现出罕见的丰富性与多样性，犹如一座文化与宗教的“博物馆”。例如，汉族多半信仰道教和汉传佛教；傣族、阿昌族多信仰南传佛教；藏族普遍信仰藏传佛教；傈僳族、景颇族、怒族、独龙族中的许多人信仰基督教或天主教，回族信仰伊斯兰教。可以毫不夸张地说，高黎贡山一带是中国宗教品系最为齐全、寺庙类型最为丰富的地方。既有汉传佛教的寺庙类型，又有藏传佛教的典型寺庙，也有南传佛教的独特的缅寺；既有大型的道教宫观，也有小型的原始神祠；既有汉式清真寺教堂类型，又有阿拉伯式清真寺、欧式教堂类型。显然，这种文化的混合性是源于特殊的地理位置，也就是说地理造就了高黎贡山地域文化的这种性质。高黎贡山与缅甸接壤，又有怒江、龙川江等跨境河流、跨境民族、跨境宗教的影响，因而高黎贡山无论是从气候还是从江川河流、地理文化及交通的角度讲，都无可避免地成为印度洋区域与太平洋区域的接触点与交汇处。当两大洋文明交锋时，高黎贡山兼容并收，形成了一种文化的兼容性、混合性与多元性并存的状态。

高黎贡山地区没有大型工矿企业，村民的经济收入主要来源于家庭种植业和养殖业等农业收入。家庭种植业以水稻、玉米、小麦、油菜、洋芋、豌豆、苦荞等农作物为主，低海拔的河谷地带的村民还大面积种植甘蔗、咖啡、亚热带水果、香料、烟等经济作物。家庭养殖业主要是猪、牛、马、山羊、鸡、鸭等家畜家禽，不仅供自食，也到集市上出售。在山区，茶叶、核桃、漆油、油桐是村民的收入来源之一。不少村民进山采集野菜、野果、野生菌（如木耳、香菇等）、蜂蜜等非木材林产品，除了自己食用外，大部分拿到集市出售。此外，经营饮食、运输、烧制砖瓦、石灰、碾米加工、建筑、商店，以及到外地打工也是部分农户的收入来源。

高黎贡山1962年被划为国有林禁伐区，在保山境内段先后成立了坝湾、芒宽、大蒿坪、曲石、界头等五个林管所进行管理；1983年，经云南省人民政府批准建立了高黎贡山省级自然保护区，并成立保山、腾冲、泸水三个管理所进行保护管理；1986年7月，经国务院批准为高黎贡山国家级自然保护区；1992年，被世界野生生物基金会（WWF）评定为具有国际重要意义的A级保护区；1994年，林业部批准实施第一期总体规划，保山市、怒江傈僳族自治州分别成立了保山管理局和怒江管理局，分别指导和协调辖区内管理所的业务工作；2000年4月，经国务院批准，怒江省级自然保护区晋级并纳入高黎贡山国家级自然保护区管理，地理位置跨东经98°08′～98°50′，北纬24°56′～28°22′，合并后的保护区面积由原来的12.45万hm^2，扩大为40.52万hm^2，成为云南省面积最大的自然保护区。保护区以保护生物气候垂直带谱自然景观、多种植被类型和多种珍稀及濒危动植物种类为目的；2000年10月，被联合国教科文组织批准接纳为世界生物圈保护区。2003年7月，高黎贡山作为“三江并流”重要组成部分，被联合国教科文组织世界遗产委员会列入《世界自然遗产名录》。

2 自然地理

高黎贡山在古生代（距今2.8亿～6亿年）以前的漫长历史时期内，属于古地中海

的一部分。经长期的沉积，同时也受历次造山回旋的影响，中生代（1.35 亿～2.3 亿年）以后，古地中海面积缩小，本地区褶皱上升。到白垩纪（1.35 亿年）末、第三纪（700 万～7000 万年）初，地面经长期的剥蚀夷平后，形成准平原状态，那时，古怒江、古龙江的河道已经形成；但是，由于接受了大量的堆积物，河谷变宽，河床变浅、河流曲折，而谷地两侧地势略高，高地上缺少沉积物，有的地区基岩外露，有的地区发育成较厚的古风化壳。中新世（2500 万年）后，喜马拉雅山旋回影响了该地区的地表形态，受喜马拉雅山旋回及以后的构造运动的影响，最终形成了高黎贡山目前这种山高谷深、坡陡流急的高深切割型地貌。此外，第四纪（1.1 万～300 万年）以来的全球气候变化，尤其是冰川对该地区有较大影响，直到现在，高黎贡山地区依旧还保存有许多第三纪、第四纪冰川活动的痕迹。同时，第三纪、第四纪冰川活动对高黎贡山生物多样性的形成也有较大的影响。

高黎贡山成土母岩主要由燕山晚期喜马拉雅早期的片岩、片麻岩、板岩、千枚岩等变质岩系的坡积或残积物组成。从山麓到山顶，随着海拔高度的升高，温度逐渐降低，水分增加，生物气候产生明显的垂直分异。不同海拔高度上土壤形成过程和强度不同，土壤的发生学特征（包括颜色、土体厚度、土壤水分、物理性质、化学性质等）不同，形成了不同的山地森林土壤。各种土壤类型有规律地排列形成森林土壤垂直地带谱，由下往上分为燥红土、红壤（可划分为黄红壤、红壤、棕红壤和褐红壤 4 个亚类）、黄壤、黄棕壤、棕壤（山地棕壤亚类）、暗棕壤、亚高山草甸土。此外，还有石灰土零星分布于东坡 1000～2000m 和西坡 1400～1800m 的石灰岩地区，紫色土分布于东坡1400～2300m 的紫色砂页岩地区。

高黎贡山地处我国西南部亚热带高原季风气候区，东、西坡水平基带的地带性气候为中亚热带气候。气候主要受西南季风和西风南支急流两支风向基本相同但物理性质不大一样的气流的交替控制。全年盛行西南风，四季不分明，干湿季显著，气温日较差大，年较差小，兼有大陆性和海洋性气候的特征。11 月下旬至翌年 4 月为干季，气候受西风南支急流控制，日照充足，日照时数占全年的 60%，降水少，降水量约占全年的 13%，相对湿度 50%～60%。5～10 月为湿季，气候受西南季风控制，降水量约占全年的 87%，日照时数占全年的 40%，相对湿度比干季高 20%左右。由于山地相对高差大，气候垂直分异明显。东坡自河谷至山顶依次出现干暖或干热河谷带、中北亚热带、暖温带、温带、寒温带气候。西坡河谷位置较高，只出现中北亚热带以上的垂直气候。根据高黎贡山的气候特征及形成条件，并对各气象要素进行综合分析，由下至上可分为 5 个气候类型：热性半干旱型、暖性半湿润型、暖性湿润型、温凉性湿润型、温性湿润型。

高黎贡山东坡溪流注入怒江，属萨尔温江（怒江）水系；西坡溪流注入伊洛瓦底江各条支流，属伊洛瓦底江水系。溪流从东西方向与山下的干河流呈直角相汇，形成羽状或格状水系，共同的特征为流程短、比降大、瀑布多。由于受干湿季的影响，溪涧河流的丰枯水位变化大。这些溪涧河流的源头多半在高黎贡山保存完好的大面积常绿阔叶林内，水源丰富，是山脉东西两侧山麓坝区的重要水源。

3 生物资源

由于高黎贡山特殊的地理位置、类型繁多的垂直气候带、复杂的高山峡谷地貌，使高黎贡山成为南北动植物迁徙扩散的天然通道和东西生物交汇的过渡纽带。高黎贡山南北走向的纵谷受第三、第四纪冰川的影响，山地动物的垂直迁移可以在短时期内完成，不必像平原地区的动物需做大面积、长距离的运动，故高黎贡山与横断山系的其他山脉一样，曾经是动植物的“避难所”，现今还保留着许多比较古老的种类。热带、温带、寒带的动植物汇集共生的现象较为普遍，生物多样性异常丰富繁杂。

高黎贡山植被具有明显的水平地带性和垂直分布规律，由下至上形成热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、落叶阔叶林、针叶林、灌丛、草丛、草甸等 8 个山地垂直植被类型，半常绿季雨林、河谷稀树灌木草丛、暖性针叶林、暖性竹林、季风常绿阔叶林、半湿润常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、温凉性针叶林、山顶苔藓矮林、寒温性针叶林、寒温性竹林、寒温性灌丛、寒温性草甸等 15 个植被亚型，海拔 3 600m 以上为岩石裸露地。在保护区植被群落中，森林群落占据了主体位置，森林覆盖率达 93.01%，灌木占 0.75%，森林覆盖率居中国自然保护区前列。

3.1 植物资源

高黎贡山植物资源十分丰富。已记载有高等植物 256 科 1196 属 4897 种及变种，其中，蕨类植物 46 科 110 属 593 种及变种，种子植物 210 科 1086 属 4303 种及变种（其中，裸子植物 7 科 17 属 33 种及变种，被子植物 203 科 1069 属 4270 种及变种），占中国种子植物总数的 17.0%。对低等植物中的苔藓、地衣和真菌等的研究至今极少，有些类群的研究几乎还是空白。

高黎贡山特有植物极为丰富。在 4303 种和变种的种子植物中，有 1116 种是中国特有种，379 种是云南特有种，434 种是高黎贡山特有种，如香花杜鹃（*Rhododendron ciliipes*）、黄杜鹃（*Rhododendron flavoflorum*）、翘首杜鹃（*Rhododendron protistum* var. *giganteum*）、球花石楠（*Photinia semiserrata*）、双花蔷薇（*Rosa biflora*）、腾冲悬钩子（*Rubus forrestianus*）、多变花楸（*Sorbus astateria*）、独龙石豆兰（*Bublophyllum dulongense*）、黄花虾脊兰（*Calanthe dulongense*）、贡山贝母兰（*Coelogyne gongshanensis*）、紫花美冠兰（*Eulophia nuda*）、独龙龙胆（*Gentiana dulongensis*）、美丽龙胆（*Gentiana formosa*）、黑紫獐牙菜（*Swertia atroviolacea*）、膜叶双蝴蝶（*Tripterospermum membranaceum*）、贡山箭竹（*Fargesia gongshanensis*）、弩刀箭竹（*Fargesia praecipua*）、贡山竹（*Gaoligongshania megathyrsa*）等。根据国务院 1999 年 8 月 4 日公布的《国家重点保护野生植物名录（第一批）》，高黎贡山地区有银杏（*Ginkgo biloba*）、澜沧黄杉（*Pseudotsuga forrestii*）、云南红豆杉（*Taxus yunnanensis*）、南方红豆杉（*Taxus chinensis*）、云南榧树（*Torreeya fargsii*）、秃杉（*Taiwania cryptomerioides*）、十齿花（*Dipentodon sinicus*）、樟树（*Cinnamommum camphora*）、长蕊木兰（*Alcimandra cathcardii*）、长喙厚朴（*Magnolia rostrata*）、西康玉兰（*Magnolia wilsonii*）、水青树（*Teracentron sinense*）、红椿（*Toona ciliate*）、光叶珙桐（*Davidia involucrata* var. *vilmoriniana*）、董棕（*Caryota urens*）、金荞麦（*Fagopy-*

rum dibotrys)、香果树（*Emmenopterys henryi*）、胡黄连（*Neopicrorhiza scrophulariiflora*）、滇桐（*Craigia yunnanensis*）、千果榄仁（*Terminalia myriocarpa*）、虫草（*Cordyceps sinensis*）、松茸（*Tricholoma matsutake*）、四数木（*Tetrameles nudiflora*）、鹿角蕨（*Platycerium wallichii*）、合果木（*Paramichelia baillonii*）、黑黄檀（*Dalbergia fusca*）、篦齿苏铁（*Cycas pectinata*）等34种被列为国家一、二级重点保护野生植物。

高黎贡山药用植物资源丰富。已知有药用价值的植物1 000多种，包括传统药用植物、民间民族药用植物、抗癌药用植物、避孕药用植物、保健药用植物等几类，仅传统药用植物、民间民族药用植物就有约300种。常见的有冬虫夏草（*Cordyceps sinensis*）、茯苓（*Poria cocos*）、猪苓（*Polyporus umbellatus*）、灵芝（*Ganoderma lucidum*）、雪茶（*Thamnolia vermicularia*）、云黄连（*Coptis teeta*）、半夏（*Pinellia ternata*）、珠子参（*Panax japonicus*）、天麻（*Gastrodia elata*）、吴茱萸（*Evodia rutaecarpa*）、贝母（*Fritillaria cirrhosa*）、白芨（*Bletilla striata*）、石斛（*Dendrobium* sp.）、贡山厚朴（*Magnolia rostrata*）、辛荑（*Magnolia liliflora*）、草乌（*Aconitum* sp.）等。

高黎贡山的野生食用植物丰富，当地各民族人民传统采集利用的食用植物约200种，它们被用于代替蔬菜、水果、粮食及食用油等，如水蕨（*Callipteris esculenta*）、蕺菜（*Houttuynia cordata*）、云南山楂（*Crataegus scabrifolia*）、粉花羊蹄甲（*Bauhinia variegata*）、红花油茶（*Camellia reticulata*）、葱木（*Aralia chinensis*）、苍山野韭（*Allium bulleyanum*）、粘山药（*Dioscorea hemsleyi*）、云南方竹（*Chimonobambusa yunnanensis*）、木耳（*Auricualaria* sp.）、香菇（*Lentinus edodes*）、鸡棕（*Collybia albuminosa*）等。

3.2 动物资源

与野生植物一样，高黎贡山的野生动物资源之丰富实属少有。据不完全统计，高黎贡山地区有脊椎动物699种，其中有兽类154种、鸟类419种、两栖动物21种、爬行类动物56种、鱼类49种。在无脊椎动物中仅就节肢动物门的昆虫纲做了少量的研究，到目前共记录有昆虫1690种。尚有节肢动物门多足纲、蛛形纲、甲壳纲，软体动物门的所有纲，环节动物门的所有纲及各种野生动物寄生虫（如原腔动物门）等方面研究较少。

高黎贡山地区内共有国家一、二级重点保护动物81种，其中一级保护动物19种、二级保护动物62种，如熊猴（*Macaca assamensid*）、豚尾猴（*Macaca nemestrina*）、菲氏叶猴（*Presbytis phayrei*）、蜂猴（*Nycticebus coucang*）、白眉长臂猿（*Hylobates hoolock*）、马来熊（*Heiarctos malayanus*）、云豹（*Pardofelis nebulosa*）、金钱豹（*Panthera pardus*）、孟加拉虎（*Panthera tigris*）、羚牛（*Budorcas taxicolor*）、林麝（*Moschus berezovskii*）、黑鹳（*Ciconia nigra*）、金雕（*Aquila chrysaetos*）、红胸角雉（*Tragopan satyra*）、灰腹角雉（*Tragopan blythii*）、白尾梢虹雉（*Lophophorus sclateri*）、黑颈长尾雉（*Syrmaticus humiae*）、绿孔雀（*Pavo muticus*）、赤颈鹤（*Grus antigone*）、赤斑羚（*Naemorhedus cran-brooki*）、猕猴（*Macaca mulatta*）、短尾猴（*Macaca arctoides*）、豺（*Cuon alpinus*）、黑熊（*Selenarctos thibetanus*）、小熊猫

(*Ailurus fulgens*)、灵猫（*Viverra zibetha*）、小灵猫（*Viverricula indica*）、斑林狸（*Prionodon pardicolor*）、金猫（*Catopuma temmincki*）、水鹿（*Cervus unicolor*）、鬣羚（*Capricornis sumatraensis*）、斑羚（*Nacmorhedus garal*）、巨松鼠（*Ratufa bicolor*）、穿山甲（*Manis pentadactyla*）、草鸮（*Tytocapensis chinensis*）、虎纹蛙（*Rana tigrina rugulosa*）、红瘰疣螈（*Tylototriton verrucosus*）、格彩臂金龟（*Cheirotonus gestroi*）和三尾褐凤蝶（*Bhutanitis thaidina*）等。

4 科研现状

高黎贡山有文字记载的研究历史最早可追溯到唐代。当时的著名学者樊绰在其所著的《云南志》中就有对高黎贡山气候和地质等方面的记载。公元1639年（明崇祯十二年），我国明代大旅行家徐霞客在其《徐霞客游记》中即有对高黎贡山地貌和植被考察的记述，而现代意义上的研究则是在19世纪外国学者的研究开始的。1868年和1875年，英国人安德森（John Anderson）率领探险队，曾从缅甸八莫进入高黎贡山地区采集鸟类、两栖类和鱼类标本；随后，法国人叔里欧（Sonlie）（1895年前后）、奥地利人韩马吉（H. Handel-Mazzetti）（1915年）、英国人金德华（F. Kingdon Ward）（1922～1924年）、美国人洛克（1920～1927年）等先后到高黎贡山考察和采集标本。考察时间最长、收获最丰富的是英国爱丁堡植物园的乔治·福里斯特（George Forrest），自1904年起到1932年病逝在腾冲的28年中，他先后7次组织大规模考察和采集，采集植物标本达30 000多号，100 000多份，并采集了鸟兽和昆虫标本，其中有许多新发现，最著名的是，他于民国8年（1919年）在高黎贡山西坡的界头大塘发现和命名了大树杜鹃（*Rhododendron protistum* var. *giganteum*）。福瑞斯特还为爱丁堡植物园引种了1 000多种活植物，其中有250多种杜鹃花，对这座位于苏格兰首府的皇家植物园成为世界杜鹃花研究中心起了很重要的作用。因此，将紫背杜鹃（*R. forrestii*）命名为福雷斯特杜鹃正是表彰他在植物学尤其是杜鹃花科研究领域中的重要贡献。

中国现代学者对高黎贡山的考察研究始于20世纪30年代。30年代初，北平静生生物调查所先后派蔡希陶、王启无、俞德浚先生到高黎贡山地区进行植物考察和采集植物标本。40年代，北平研究院植物研究所刘慎谔先生到腾冲一带做过植物地理考察研究；庐山植物园秦仁昌、冯国楣先生在腾冲、贡山等地进行过植物考察。50年代以来，中国科学院植物研究所、昆明植物研究所、西南林学院的毛品一、尹文清、陈介、武素功、陶德定、李生堂、邓白福、林芹、赵嘉治、陈心启、罗毅波等先后到高黎贡山地区进行植物考察和采集植物标本。中国科学院、云南大学等曾多次组织对高黎贡山考察，其中规模较大的有：1960年，中国科学院昆明动物研究所、云南大学、武汉大学、北京自然博物馆共同组织的高黎贡山动物资源调查和中国科学院原南水北调综合考察队滇西北分队的植被考察；1965年，中国科学院动物研究所和昆明动物研究所组织的联合考察；1981～1983年，中国科学院青藏考察队及横断山考察队进行的高黎贡山（北段）植物植被考察等。20世纪80年代，国内知名学者、中国科学院昆明动物研究所研究员彭燕章、彭鸿绶、王应祥、杨岚等多次到高黎贡山进行动物考察，并出版了专著《高黎贡山地区脊椎动物考察报告》。同时，中国著名竹类专家，西南林学院教授薛纪如多次在高黎贡山进行考察。1989～1991年，西南林学院和云南省林业调查规划院主持开展

了多学科综合考察，并于 1995 年出版了《高黎贡山国家自然保护区》专著。1993 年，云南省林业调查规划设计院组织了怒江自然保护区的综合科学考察，并于 1998 年出版了专著《怒江自然保护区》。中国科学院昆明植物研究所李恒研究员从 1990 年开始在独龙江进行植物考察，1995 年后将研究工作扩展到整个高黎贡山地区，1996 年与英国植物学家合作，1997 年和 1998 年与英国、美国、澳大利亚植物学家合作，先后在保山市的隆阳、腾冲和怒江傈僳族自治州的泸水、福贡、贡山等地进行了 10 多次考察，采集植物标本 20 000 多号，2000 年出版了专著《高黎贡山植物》。20 世纪 90 年代，国内知名学者马世来（中国科学院昆明动物研究所研究员）、韩联宪（西南林学院教授）长期在高黎贡山从事动物学研究，取得了许多学术成果，尤其是韩联宪教授在 2000～2003 年间对白尾梢虹雉进行的生态学研究填补了中国在这方面的研究空白。西南林学院徐正会教授自 1997～2000 年在高黎贡山开展蚁科生物多样性研究也取得了丰硕的成果。保护区管理机构在科学考察、技术试验推广等方面作了大量有益的探索。

上述考察队和科学家的各次调查研究，为高黎贡山研究积累了丰富宝贵的本底资料，除出版了一系列专著外，还有大量的论文发表，其中有许多新种的发现记录。在目前收集的论文中，共报道了 1 个植物新属，43 个新种及新变种，另外记载有 69 种及变种的杜鹃花科植物模式标本采自高黎贡山；报道了 45 个动物新种及新亚种，3 个鸟类新记录，其中兽类新种 4 个、新亚种 4 个，两栖爬行类新种 2 个、新亚种 1 个，鱼类新种 1 个，昆虫新种 23 个，蛛形纲新种 10 个。

1994 年以后，在高黎贡山保护区及周边地区组织实施了许多科技和保护项目。其中，1994～1997 年，在美国麦克阿瑟基金和云南省科委的资助下，在隆阳区芒宽乡的百花岭村，郭辉军研究员主持实施了“高黎贡山森林资源管理与生物多样性保护”项目，创建了中国第一个农民生物多样性保护协会，最早在自然保护区内建立了资源变化监测体系；1997 年，在（香港）中国探险学会的资助下，在高黎贡山地区开展了当地世居民族采集、渔猎与生物多样性保护相互关系的研究；1998 年 8 月至 2004 年 6 月，在国家林业局、云南省林业厅的领导下，实施了荷兰政府资助的“云南省中荷合作森林保护与社区发展（FCCD）”一期项目，2004 年 7 月，“云南省中荷合作森林保护与社区发展（FCCD）”项目三年的巩固期启动；1999 年，由世界银行全球环境基金会（GEF）资助实施了“GEF 项目云南自然保护区社区环境教育”项目；2002 年 6 月，中美合作高黎贡山生态资源考察项目启动实施；2003 年 2 月，国家林业局“高黎贡山国家级自然保护区野生动植物资源监测体系建设”项目启动实施；2003 年，由美国加利福尼亚科学院和中国科学院昆明植物研究所共同申请，获得美国国家科学基金资助的国际合作项目“中国云南西部热点地区高黎贡山生物多样性调查”项目启动实施，该项目将从种子植物、蕨类、苔藓、鸟类、兽类、两栖爬行类、昆虫、蜘蛛等方面开展深入研究；2004 年 4 月，国家自然科学基金委员会高黎贡山羚牛调查项目启动。国内外合作项目的实施，为高黎贡山自然保护区的建设和发展注入了活力，为保护区资源保护与管理提供了科学依据，使资源保护与周边社区发展步入了共同进步与和谐发展的良性轨道，增强了国内外科研机构的合作与交流，扩大了高黎贡山的对外宣传。同时，随着许多科技和保护项目的实施，高黎贡山的研究工作在科学与人文两方面都有新的发展，尤其是在民族文化与生物多样性保护、保护区周边社区研究、野生动植物资源监测体系建设、保

护区管理模式探索建立、生态旅游实践、历史文化研究等方面均取得了丰硕的成果。

5 未来的高黎贡山

由于山脉巨大的起伏以及地表切割严重，高黎贡山多样性的自然地理特征是在相对孤立的情况下呈现的。所谓“多样”是缺乏交流的多样、封闭的多样，在同一座山峰之下呈现出彼此分割的小块区域，或为丛林、或为高地、或为坝子、或为草甸……在这样的区域内滋生并成长的文化，自然会与它的生态环境一样，多样而驳杂。在高黎贡山，曾长期延续着农耕、畜牧、采集、渔猎等多种传统生产方式。高黎贡山的地貌似乎事先就为栖居在这里的人类划定了若干彼此隔离的有限的空间。一个空间与另一个空间犹如两个毫不相干的“世界”，即使因为战争或动乱被聚集到一起，一旦战争结束或动乱结束，脆弱的统属关系又会崩溃，彼此之间又会退回到各自原先的空间与生存状态中。

高黎贡山立体多样的地貌，使它很难形成在一定区域内高度同一的民族。每一民族不是被严重分割的自然界限隔成若干子群，就是彼此在长期分离的过程中演化为语言与习俗相互不通的新类型。那些被自然分割为若干空间单位的民族各自固守在适合其生存繁衍的空间之内，从而形成无数相对独立的自我中心。每一个民族都具有自我循环、自我演化的能力。于是，广袤的山脉中文化与自然生态一样呈现出多元格局。栖居在高黎贡山的 20 多个少数民族犹如植被那样生活在各自的“世界”里。与高度组织化的中原地区相比，在多中心的高黎贡山文化中，各个民族之间封闭是绝对的，交往是相对的，不像中原地区在长期的交融中已经形成那种你中有我、我中有你、相互依存的共生关系。也许正因为如此，它才能在战争动乱、交往中断的年月里存活下来，并始终成为中原王朝逃荒避难之所。

在很长时间内，高黎贡山始终是一座土著人的乐园。当中原的文人们吟诵着“登泰山而小鲁”、“一览众山小”的时候，高黎贡山只响彻着土著部族流传下来的古歌。因而，高黎贡山一直是一座沉默的世界名山。即使在云南，人们对它的了解也非常有限，人们常常津津乐道玉龙雪山、太子雪山，而对于高黎贡山却常常处于失语状态。

现在，高黎贡山已经引起了世界的广泛关注。在世界生态学家眼里，高黎贡山是地球上生物多样性最为丰富的十大关键地区之一。2003 年 2 月，国家环境保护总局公布的全国 17 个生物多样性重点保护区名单中，高黎贡山名列榜首。在生态危机已经成为一个流行的词语的时候，人们似乎突然发现，中国西部的高黎贡山依然保持着古代的样子。那些在其他地方业已消失的古老物种与文化类型，在这里仍然像它们的祖先那样生存、繁衍。这个“博物馆”所陈列的不是那种僵硬的“标本”而是在大地上活着的，仍然在“盛开”的东西。因而每年都会有很多来自全世界的科学家与文化学者，犹如一群“朝圣者”那样在高黎贡山出现。他们在这座巨大的“自然与文化的博物馆”里的每一个珍贵的“标本”前流连忘返。

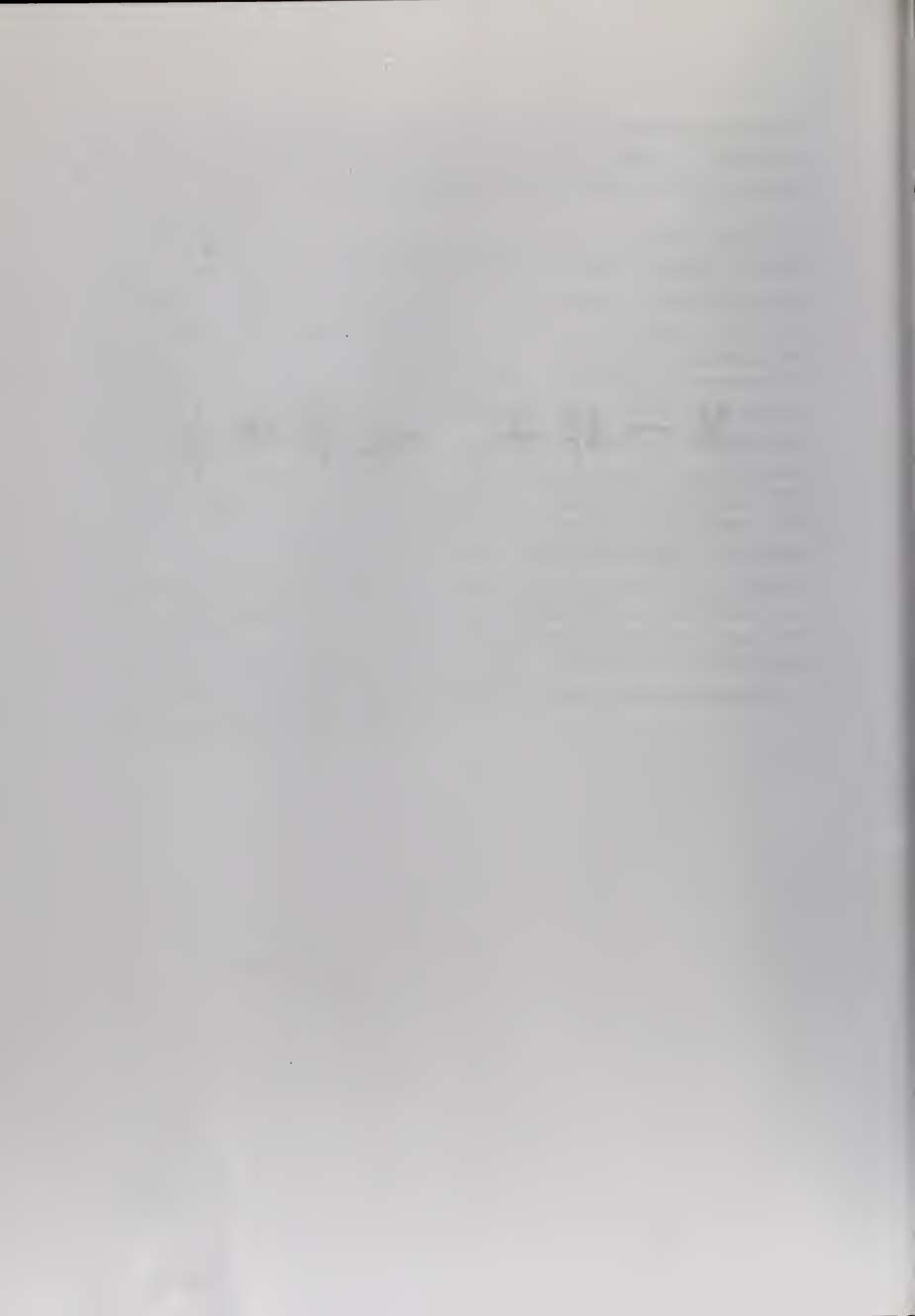
21 世纪以来，中美科学家曾多次联袂对高黎贡山生物资源进行“快速评估”。所有参加的中美科学家都承认，对于这样一座生物多样性极丰富的山脉，西方科学界流行的“快速评估”手段并不能真正“看清”一座山脉。可是这已经使他们亢奋不已了。美国芝加哥博物馆生物部主任莫斯科薇博士说，她在读研究生时就向往中国西部的高黎贡山了。她说，高黎贡山是一个温带、热带的交汇点，生态非常独特，交汇了许多南方的种

和北方的种，具有北美、欧洲都不具备的生态环境。南美仅有很狭小的地域有这样的生态。大洋洲曾经有过这样的生态环境，但由于人类的活动已经被破坏了。莫斯科薇博士说，作为一名生态学者，她目睹过很多美丽的森林的毁灭，高黎贡山具有全球重要性，是一个世界性的典范。

《高黎贡山研究文丛》就是基于这样的背景下编辑出版的。对科学的发展作人文的思考，把人文关怀摆在科学基础之上，甚至是科学与人文的交融，这是高黎贡山研究的一个鲜明特点。这种互动与交融的研究方式，是符合历史潮流、时代潮流和科学潮流的。一个多世纪以来，专家学者们到高黎贡山进行科学与人文的考察后，在国内外各种学术刊物上发表了许多研究论文、调查报告，出版了一系列学术专著，为高黎贡山本底资料积累做出了极大的贡献，但这些资料和信息多半在各科研院所、大专院校的资料室或专家手中。为对这些资料和信息进行较为完整的收集和整理，我们决定编辑出版这套《高黎贡山研究文丛》学术著作。丛书的第一批包括三卷：《高黎贡山自然与生物多样性研究》、《高黎贡山民族与自然保护研究》、《高黎贡山周边社区研究》，以后还将陆续出版《高黎贡山管理研究》、《高黎贡山生态旅游研究》、《高黎贡山历史文化研究》、《高黎贡山社会经济研究》，以及各方面专题研究的著作。我们希望通过出版《高黎贡山研究文丛》，总结过去成果，指导高黎贡山的未来研究、保护和可持续发展。同时，希望这套丛书的出版，能够为开展高黎贡山动物、植物、生态、地理、民族、文化、社会、经济等方面研究的科研人员和自然爱好者提供基础性研究资料和信息，以避免重复投入。

随着研究的深入，我们深信，高黎贡山自然及文化类型的丰富与多样，会给人类未来的发展提供一种启示。高黎贡山是中国的、云南的，更是世界的，是人类所共有的自然与文化的财富。因而我们希望高黎贡山的研究以及高黎贡山本身都不再是封闭的、沉默的，而是一座开放的、和谐的世界名山。

第一部分　地学研究



腾冲芒棒盆地的地温曲线和估算热流值的初步研究 *

过帼颖 张保山

（北京大学地质系）

芒棒盆地位于腾冲-梁河和高黎贡山-三合山构造带交接部位。芒棒是一个断陷盆地，南北长 32km，东西宽 4～6km，龙川江纵贯整个盆地。盆地东依高黎贡山变质岩带，西依燕山期花岗岩，盆地中覆盖了一套第三系上新统芒棒组的碎屑岩、基性玄武岩和粗玄岩等火山岩及第四纪下更新统的中性安山岩、英安岩。地表的水热活动显示不强烈，盆地中仅有三个温度不高的泉。沿龙川江的新寨硝塘温泉水温 30.5℃、流量 1L/s，龙安桥温泉水温 29℃、流量 0.1L/s 和江东的窜龙澡塘热泉水温 50℃、流量 2.7L/s。

二机部三局云南 209 地质队二工区和三工区分别在芒棒公社（现芒棒乡）、五合公社（现五合乡）一带打了一些地质勘探孔，钻孔揭示五合公社革家寨一带地温异常，革家寨三工区队部门口打出一口自流井，温度 74℃、流量 11L/s。本文想通过搜集到的钻孔温度资料的分析和估算最小热流值的分析，对芒棒地温异常区提出一些粗浅的看法（图 1）。

1 温度测量

28 个钻孔分布在约 24km² 的范围内，分布位置很不均匀，有 24 个集中在五合公社革家寨一带，其他 4 个钻孔零星分布在清水公社的姚家沟、芒棒公社和五合公社的荷花村。这 4 个零星分布的钻孔是 1980 年 12 月至 1981 年 1 月用自制三线热敏电阻测温仪测量的，测温精度是 0.1℃。CK-BV、26CK19、4CK9-10 和 ZK-108009 4 个钻孔中，CK-BV 位于清水公社（现清水乡）姚家沟，是 209 地质队二工区的水文地质长期观察孔，经过抽水实验和一年多时间的稳定，此孔的温度资料是稳定的。而其他 3 个孔都是在停钻以后十几小时测的温度，相隔时间最长的 1 个孔也只有 38h。钻孔测温实际是测量井液的温度，由于井液循环扰动了钻孔中岩层的原始温度场，因此，要使井液温度与周围岩层温度达到平衡，需要有一个相当长的恢复时间，Bullard 和 Любитоъа 等计算得到钻探引起的温度扰动衰减到 1%所需要的时间为钻探时间的 10～20 倍。国内积累了相当多的钻孔温度恢复实例，如泥浆循环时间为整个钻探施工期一半的情况下，温度恢复到准平衡的时间约为钻探施工时间的 1/5，从这一点出发，其余 3 个孔的测温资料都不属于稳态测温。如钻孔 26CK19 有机会进行了 3 次测温，其结果如表 1。

由表 1 可以看出：① 三次不同时间的测温所得的钻孔温度资料是不同的，测温的时间离停钻时间越近，测得的温度变化越大，随着测温时间的推迟，温度也变小，即距停钻时间越长，钻孔中井液温度越接近岩层的原始温度；② 一个钻孔几次测温表明钻孔中不同深度的温度变化方向不同，如钻孔 26CK19，100m 以下的温度，距停钻时间

* 本文 1986 年发表于《青藏高原研究——横断山考察专集》，北京：北京科学技术出版社．515～521。

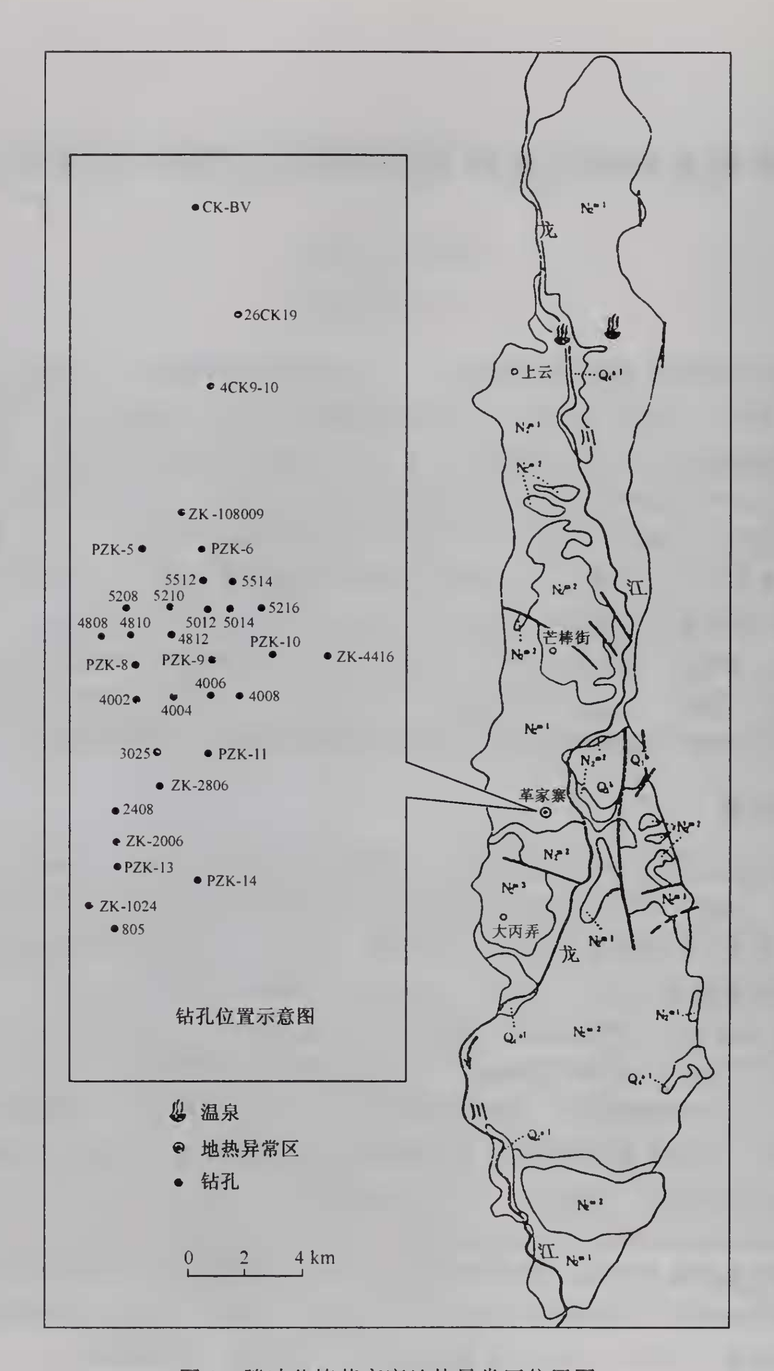


图 1　腾冲芒棒革家寨地热异常区位置图

越长测到的温度越高，而 100m 以上的温度就变低，即在 100m 附近应有一个温度不变的支测点，几次测量温度变化很小或几乎不变；③ 由于测到的温度资料还没有达到平衡，因此，此孔不属于稳态测温。上述情况是由于冲洗液（泥浆）循环对原始温度场的扰动而造成的。冲洗液循环使井液上下温度均一化，在一定深度下，冲洗温度低于岩层

温度时起着冷却的作用，而在一定深度以上，从深部循环上来的井液比原始地温高，冲洗液对地层起着加温作用，使整个钻孔围岩的温度上下均一，为了要测到原始的岩层温度就需要有恢复平衡的时间。上述 4 个钻孔除 CK-BV 钻孔以外，其他 3 个孔显然都属于非稳态测温，而得到的地温梯度也要小于岩层原始的地温梯度。

表 1　26CK19 钻孔 3 次测温对比表

温度/℃ 次数 \ 深度/m	260	200	150	100	50	10
第 1 次	31.56	29.17	27.48	25.66	23.60	22.08
第 2 次	32.90	30.35	27.98	25.60	22.72	21.66
第 3 次			28.23	25.42	22.53	21.57

209 地质队三工区的 24 个钻孔测温是用二机部三局制作的测温仪，测试离停钻时间都没有超过 24h，同样都属于非稳态测温。虽然有的钻孔如 ZK2806、ZK2006 等钻进时间只有四五天，显然需要稳定的时间较短，但是每个钻孔只有一次测温资料不足以说明是稳态测温，只能说有的钻孔资料较接近岩层原始温度，而有的钻孔可能相差多一些。

2　温度剖面

上述分析说明 28 个钻孔除 CK-BV 钻孔以外，其他钻孔的温度资料均属于非稳态测温。根据钻孔 26CK19 的 3 次测温资料，每次测试计算得到的地温梯度，如第 1 次是 36℃/km；相隔 14h 以后的第 2 次得到的地温梯度是 44℃/km；第 3 次的地温梯度更大。可以断定，钻孔现有资料的地温梯度肯定比实际的地温梯度要小。27 个钻孔测温条件可认为基本相同，结合地貌地质条件对比分析这些钻孔的井温资料，定性地做一些解释工作是可行的。

根据 28 个钻孔的温度-深度曲线和温度剖面的类型，孔底温度和地温梯度基本可分成 3 个区（图 2）。ZK-1024、805、2006、CK-BV 为 I 区；PZK-6、PZK-10、5216、4416 属于 III 区。I 区主要分布在盆地的西侧，孔底温度是 20～26℃。这区的花岗岩顶面埋深较浅，海拔一般在 1280～1320m，温度剖面的形状不同于 II 区和 III 区。该区的曲线比较陡，地温梯度较小，往往是上面较陡，到深处有一个明显向下的折点（图 2 曲线 I），这种类型表明上层有地下水下行。地下水在此以垂直下渗运动为主。水在下渗过程中受围岩的传导加热，由于下渗水不断地交替带走了围岩中的热，降低了这里的地温，说明该区受到地下水补给的影响。III 区分布在革家寨东部一带，花岗岩顶面比 I 区埋深大，海拔一般为 1000～1100m，孔底温度 50～52℃（图 2 曲线 III），这里的曲线也较陡，如 ZK-4416，孔口温度 74℃的热水流出地面，孔中地温梯度基本上等于零，表明热水在水头作用下一直出露到地表。而钻孔 5216、PZK-10、PZK-6 等，深处热水没有上升到地表，但从温度-深度曲线的形状看出与 I 区不同，该区的曲线向上折，表明下层有热水上行。III 区可能是热的承压区或排放区。亚区的范围较广，位于 I、III 区之间。基岩面的埋深在上述两个区之间，海拔 1100～1200m，孔底温度 28～44℃，地

温梯度 46～100℃/km，曲线是典型的传导型温度-深度曲线。White 认为世界范围的平均热流值是 1.5μcal/(cm² · s)，正常的热流值是 0.8～2.0μcal/(cm² · s)，大多数岩石的热导率为 4～10mcal/（cm · s · ℃）①，在这些热流和热导率的范围内，地温梯度为 8～50℃/km，显然 II 区的地温梯度要高于此值。他还认为，传导地温梯度异常高的地区，一种可能是热流值异常高或热导率异常低，或者是因为这两个因素适当的组合等原因引起。本区钻孔通过的岩层是热导率较低的沉积岩，可能是形成异常地温梯度的原因之一。

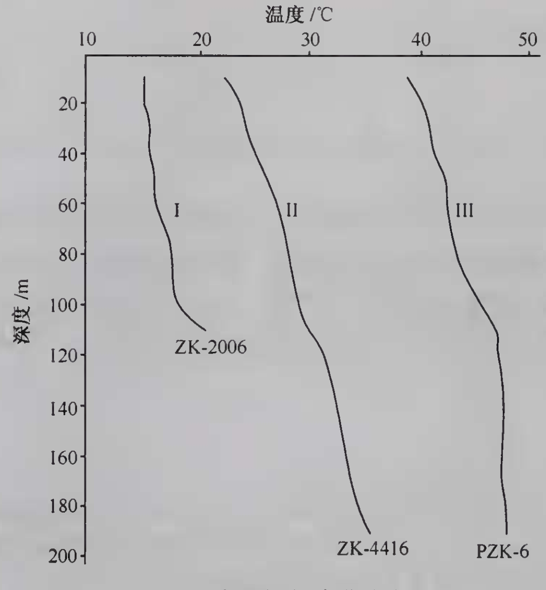


图 2　三种温度-深度曲线类型

3　热流值的估算

CK-BY、4CK9-10、26CK19、ZK-108009 4 个钻孔除 CK-BV 属于稳态测温以外，其余 3 个钻孔全是非稳态测温。CK-BV 钻孔没有采到岩芯标本，其他 3 个钻孔共取了不同深度的 18 块岩芯，直径为 56～71mm。由于岩性胶结不好，有的无法切成试件，只有坚硬的或胶结好的片麻岩、花岗岩和细砂岩等岩芯切成试件。有些岩芯的层位出现在钻孔的深部，由于没有洗孔，有的钻孔在测温时探头已达不到孔底，得不到地温梯度的资料，而浅处有的井段缺少岩石热导率的资料，所以计算热流值就出现岩石热导率和地温梯度不配套的情况。芒棒盆地中第三纪上新统芒棒组地层是中砂岩、黏土夹砾石的一套半胶结的碎屑岩。这段地层的热导率岩样分别有细砂岩、粗砂岩和安山岩（夹层）。它们分布在孔内不同的深度（图 3），得到热导率的平均值是 1.253mcal/(cm · s · ℃)。这些岩性具有多孔性，在地层中是饱水的，岩芯取出以后没有蜡封，又相隔了很长时间做热导率测量，岩样中失去了水分或一部分水分，所以测量的岩样是固体骨架和气两相或是固体骨架、气和水三相的热导率。岩石的原始状态是固体-水两相，由于水的热导

①热导率的法定单位为 W/（m · K），本文中所用的 mcal/（cm · s · ℃）为非法定单位。——编者注

率比气的热导率大 23 倍，因此，每块岩样在现场的实际热导率要比我们得到的平均值大得多。计算得到的平均热导率为 1.253mcal/（cm·s·℃），分别与各钻孔的平均地温梯度的乘积得到各钻孔的估算热流值。根据钻孔的岩性剖面和地质条件，上述的平均热导率也适用于 CK-BV 钻孔。前面已经分析过除 CK-BV 钻孔以外，每个钻孔的地温梯度都可能比实际要偏小，热导率也偏小，因此估算到的热流值小于实际热流值。ZK-108009 钻孔用 170m 以下的地温梯度与片麻岩等热导率的乘积，这 4 个钻孔热流值仅能说明它们的相对大小，热流值由北而南增大，CK-BV 最小，ZK-108009 最大。

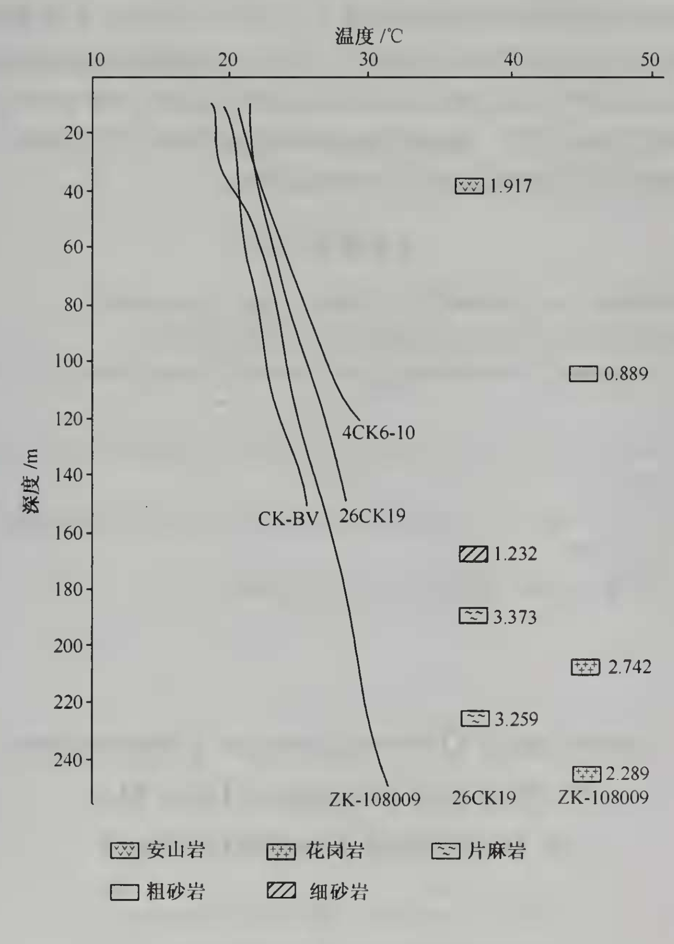


图 3　地温曲线和钻孔岩芯热导率分布图

4　讨论

28 个钻孔的温度剖面，可根据曲线类型、孔底温度、地温梯度等方面分成 3 个区，这 3 区由西往东孔底温度增高、地温梯度变大以及温度剖面的曲线类型都表明了芒棒革家寨一带有一个水热系统，水流由西往东流，西边是热水的补给区，东边是承压区或排放区。这样的分析也可以从地形、地貌和花岗岩基底顶面埋深等地质条件得到论证。龙川江纵贯芒棒盆地，汇水盆地受东、西两边分水岭补给。龙川江西侧汇集西部水系，由

西往东流，部分地表水渗入地下，而花岗岩基岩面埋深由西往东倾斜，花岗岩是一个不透水层，可作为推论地下水自西向东流的依据。综合温度剖面、地貌和地质条件，芒棒革家寨水热系统自西往东流。

4个估算热流值自北而南增大，热流值的这种变化趋势可能与地下水运动有关，下渗水带走热量导致热流值降低，热流值由北而南增高表明地下水的补给在北边。所以，芒棒革家寨水热系统除了有西边补给外可能还有北部的补给，在革家寨汇集成热水系统的承压区或排放区。至于热水的温度，White认为在正常大地热流值，地下水循环到达深度3km，温度变化范围可以超过地表温度24～150℃，因此，革家寨热水按照正常地温梯度经过循环得到74℃的热水是可能的，可以认为这里的异常高的地温是对流系统造成的。问题是革家寨的东北方向、龙川江以东的第四纪有一次中性安山岩、英安岩的喷发，显然地表的余热已散失，地下是否还保存有余热增加这里的地温，需要进一步研究。总之，芒棒革家寨水热系统东边是勘探的远景区。

主要参考文献

云南省地质局区域地质调查队. 1979. 腾冲幅1∶20万地质图. 云南：云南省地质局

中国科学院地质研究所地热研究室. 1981. 矿山地热学. 北京：煤炭工业出版社

Kappelmeyer O. 1979. Implications of Heat Flow Studies for Geothermal Energy Prospects. In: Terrestrial Heat Flow in Europe, 126～135

Lachenbruch A H, Sorey M L et al. 1976. The near-surface hydrothermal regions of long valley caldera. J Geophys Res, 81(5): 763～768

Sass I H, Sammel E A. 1979. Heat flow data and their relation to observed geothermal phenomena near klamath falls. J Geophys Res, 81(26): 4868

White D E. 1973. 地下热能. 施洪熙，佟伟等译. 北京：地质出版社. 29～49

Preliminary Observations on Temperature Profiles and Estimated Heat Flow in Tengchong Mangbang Basin

GUO Guo-ying　ZHANG Bao-shan

(Department of Geology, Peking University)

Abstract Mangbang graben basin is located in the geological structure intersection belt of Tengchong-lianghe and Mt. Caoligong. The basin is covered with clastic rock, Pliocene basalt and lower Pleistocene andesites. The Longchuan river flows through the basin from north to south. Hydrothermal activity is not intensive in this basin with only three thermal springs. There are some thermal holes distributed in the Gejiazhai in Mangbang Basin.

28 holes are divided into three groups according to profiles, temperatures of hole

bottom and geothermal gradient. The 1st group is located at the western part where the temperature at the hole bottom is 20～26℃, gradients are smaller and the types of temperature profiles indicate downward flowing groundwater. The third group is located at the eastern pary where the temperatures at the hole bottom are 50～52℃, with small gradients and types of temperature profiles indicate upward flowing hot water. The second group is located between I and III groups with typical conductive curves in 46～100℃/km. The temperature profiles suggest that the first group is characteristically regions of hydrologic recharge while the third group is characteristically regions of hydrologic discharge. The top surface of granite slants from west to east. Based on comprehensive analysis of the geomorphological and geological data, there is a hydrothermal system in Mangbang Gejiezhai whose gross circulation is from west to east. Four estimated heat flow values get to be greater from north to south. The possibility also exists that there is hydrologic recharge from north too.

高黎贡山构造带南段构造变形史*

胡　建　军

（云南地勘局区调所）

位于云南西部的高黎贡山，由于复杂的地质结构构造和丰富的矿产资源，历来是国内外地质工作者十分关注的地区之一。高黎贡山构造带由北向南延伸至龙陵后，转为北东—南西走向。这里所指的高黎贡山构造带南段是指龙陵以南的部分。近年来笔者参加了该区五个 1∶5 万图幅的区调工作，对其构造变形特征及演化形成了一些不成熟的认识。

1　高黎贡山构造带南段结构构造特征

龙陵以南的高黎贡山构造带在物质组成上与一般的构造变质带相似，主要由四大部分组成（图 1）。

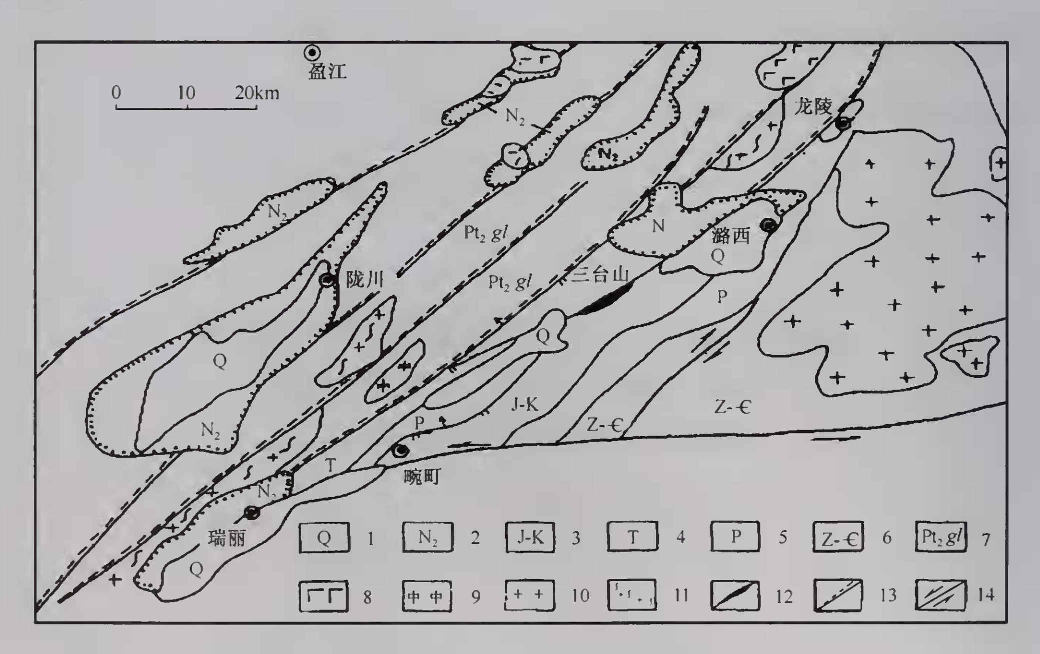


图 1　高黎贡山南段地质构造简图

1：第四系；2：上第三系；3：侏罗系至白垩系；4：三叠系；5：二叠系；6：震旦系至寒武系；7：中元古界高黎贡山岩群；8：第四系火山岩；9：印支期似斑状花岗岩；10：加里东期花岗岩；11：晋宁期片麻状花岗岩；12：超基性岩；13：韧性剪切带；14：平移断层

* 本文 1996 年发表于《云南地质》，15(2)：103～113。

1.1 变质表壳岩

主要为层状无序的中元古界高黎贡山岩群，该岩群已遭受了多期的变形变质作用叠加，其中的构造置换十分明显，原生的层理（So）以及结构构造几乎都消失，被结晶面理（Sn+1）和褶劈理（Sn+2）取代。因此该地区只能按构造-岩层的划分原则，进行岩群、岩段的划分。按其岩石组合特征，并考虑到变形、变质的一致性，共划分了3个岩段：

（1）高黎贡山岩群角闪质岩段（Pt_2gl^h）：主要岩性为深灰色角闪黑云变粒岩、角闪斜长变粒岩、角闪斜长片麻岩、斜长角闪岩夹二长浅粒岩。该岩段中条带-条纹状混合岩化特别明显；

（2）高黎贡山岩群黑云母质岩段（Pt_2gl^b）：主要岩性为浅灰色黑云斜长片麻岩、黑云斜长变粒岩、黑云二长变粒岩，偶夹角闪斜长片麻岩，该岩段亦见条带-条纹状混合岩化；

（3）高黎贡山岩群钙硅酸盐岩段（Pt_2gl^h）：主要岩性为浅灰色、灰色透辉黑云变粒岩、透辉变粒岩、黑云斜长变粒岩夹粗晶大理岩。

上述3个（非正式）岩段均被韧性剪切带所隔开。各岩段之间的上、下关系也难以确定。

1.2 变质侵入岩部分

高黎贡山构造带南段广泛分布着至少有两期的变质酸性侵入岩。早期为晋宁期的片麻状黑云二长花岗岩，称勐凤单元（Pt_2M）。在变形较弱的部位，还可看到该片麻状花岗岩与围岩——高黎贡山岩群的侵入接触关系（图2），局部还保留着原先的细粒花岗结构。岩石主要表现为片麻状构造，矿物成分中石英28%～30%、更长石26%～30%、

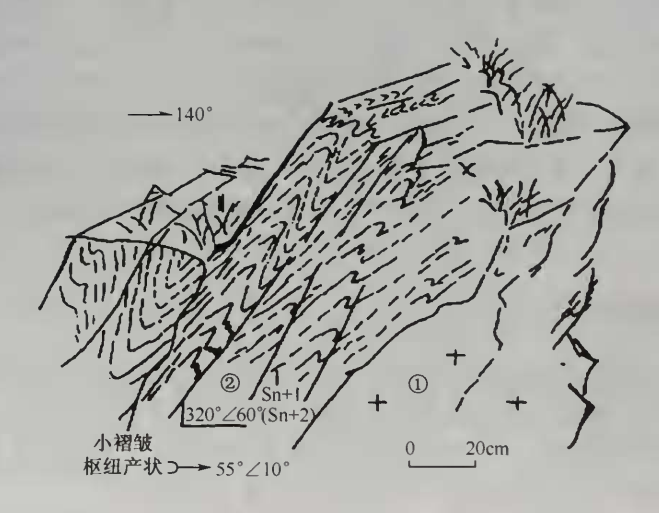


图2 瑞丽白沙地 Pt_2gl^b 变粒岩中相似褶皱及褶劈理（Sn+2）素描图

①：似斑状黑云二长花岗岩；②：一变粒岩；Sn+1：晋宁期变形结晶叶理；Sn+2：印支期变形褶劈理

低微斜长石 28%～30%、黑云母 8%～10%。据研究，该片麻状花岗岩是高黎贡山主期变形变质作用过程中的重熔的低侵位花岗岩，仍属同碰撞花岗岩。晚期为印支期的似斑状黑云二长花岗岩，称帕当单元（TP）。可见与其上述的晋宁期片麻状黑云二长花岗岩呈明显的侵入接触关系。当印支期似斑状黑云二长花岗岩卷入晚期的韧性剪切带时，同样产生定向构造。

1.3 构造岩部分

主要由多期韧性剪切作用造成的各种糜棱岩。糜棱岩出露宽度可达 2km，同时产生与剪切带有关的变质作用。

1.4 超镁铁岩部分

主要见于三台山地区。这些超镁铁岩，平面上呈长条、透镜、串珠状展布，与围岩（主要是变形、变质的中-下三叠纪）均为断层接触，主要岩性为方辉橄榄岩、二辉橄榄岩、纯橄榄岩，岩石均强烈蛇纹石化，甚至完全变成蛇纹岩，在附近的中侏罗纪底部砾岩中曾发现上述超基性岩的砾石。说明三台山一带的超基性岩的构造侵位时代在早-中三叠世-中侏罗世之间。

2 高黎贡山构造带南段变形特征

多期构造叠加是高黎贡山构造带南段的主要变形特征，大体上可划分为前期构造变形、主期构造变形和后期构造变形。

2.1 前期构造变形

由于后期变形的强烈改造和构造置换，大多数的前期构造形迹已难以寻觅，目前仅残留有透入性较好的结晶叶理（称 Sn+1）。在高黎贡山岩群中，这种结晶叶理由细微的黑云母定向排列而成。除此之外，晋宁期的片麻状黑云二长花岗岩中普遍的片麻理也属该期变形的产物。从相邻的地区看，震旦系-寒武系及其以上层位未见该类型的构造结晶叶理，变质程度也较低，结合盈江—昔马一带的高黎贡山岩群中混合岩 Rb-Sr 等的年龄为 806Ma 来分析，前期构造发生于中元古代晚期。该期变形伴随的变质程度达角闪岩相，并有混合岩化作用相伴，因此变形构造环境显然属中部构造相，其变形机制有待进一步研究。

2.2 主期构造变形

晋宁期后，高黎贡山构造区在加里东-华力西期这一阶段的构造活动特征，目前还不十分清楚，但中三叠世中期至晚白垩世晚期，该构造区长期处于北西-南东向的挤压收缩状态。长期的收缩挤压，不仅造成该区沉积物大量缺失，且使该区遭受了强烈的构造变形。可划分为两个世代的构造，分别称为 D_1 和 D_2 世代。

2.2.1 D_1 世代的构造变形

卷入该世代构造变形的地质体主要是高黎贡山岩群（Pt_2gl）和中元古界勐风单元

的片麻状花岗岩。以早期的结晶叶理（Sn＋1）为变形面，形成的构造形迹较为广泛，并有良好的配套关系（表 1)，总体上显示了中部构造相的构造共生组合。

表 1　高黎贡山构造区 Pt_2gl 中 D_1 世代构造共生组合表

褶皱（D_2-f_1）	以早期结晶面理（Sn－1）为变形面，纵弯的弯流褶皱作用为主，强变形带内还出现柔流褶皱，褶皱变形以 I_C 型和 II 型为主
劈理（D_1-Sn＋2）	以平行褶皱轴面的褶劈理（Sn＋2 ）为主，次有糜棱面理
线理（D_1-L_1）	矿物拉伸线理及生长线理、杆状（窗棂）构造（D_1-L_1）
剪切带	以中构相逆冲推覆韧性剪切带为主，局部平移走滑韧性剪切带

2.2.1.1　褶皱构造

斜歪水平-斜歪倾伏褶皱：这类小褶皱在高黎贡山岩群及勐凤单元片麻状花岗岩中都较为普遍（图 2 和图 3)。前者以结晶面理为变形面，后者以同构造片麻理为变形面，所形成的褶皱轴面均倾向 NW，倾角 44°～60°，枢纽向 SW 或 NE 双向倾伏，多数枢纽倾伏角 5°～10°，在褶皱的两翼及转折端还寄生更次一级的 S、M、Z 型配套小褶皱，同时平行褶劈轴面均产生褶劈理（Sn＋2)。上述位态显示了褶皱受北西-南东向挤压所致。



图 3　瑞丽白沙地 Pt_2M 片麻理为变形面的相似褶皱及褶皱理（Sn＋2）素描图

斜卧褶皱：分布不广泛，出现该类褶皱，总有规模不等的走滑剪切带相伴，该类褶皱的轴面和枢纽都向西北方向倾斜，而且两者的倾角（倾伏角）大致相等，同时又与褶劈理（Sn＋2）的产状大体相平行，紧贴该褶皱的微型剪切带或 Sn＋2 劈理面上，总伴随有近水平状的拉伸线理。所见到的该类小褶皱，一般东南翼较长，西北翼较短，表明它的形成与一定的右行走滑作用有关。

上述两种小褶皱，虽然从轴面产状、枢纽产状上反映出它们的位态不一致，但它们

的流变特征是相同的，形态特征也基本一致，均为中常-紧闭褶皱，按 J. G. Ramsay（1967）等倾斜形式的形态分类，都为 I_C 型和 II 型褶皱。有时在同一岩层露头上，上述两种褶皱共生，组合成挤压-走滑的复合构造图形（图 4）。

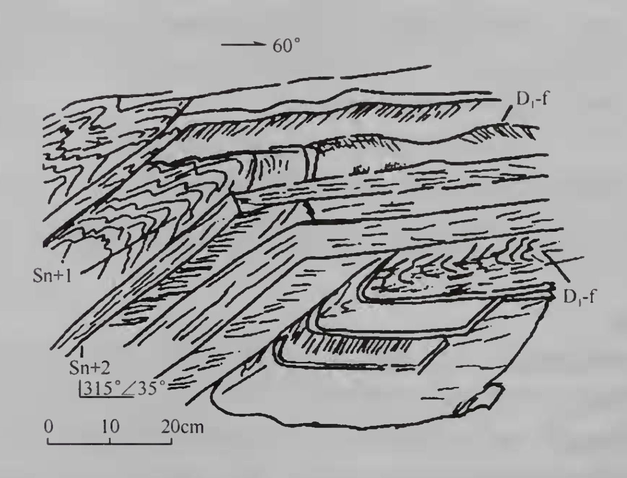


图 4　瑞丽勐典 D_1-f 斜歪水平褶皱及斜卧褶皱共生（据南京里剖面 51 层）

柔流褶皱：分布在强应变带（韧性剪切带）的边缘，该褶皱的形态十分复杂，各种产状要素规律性不明显，特别是当条带状混合岩柔流褶皱时，其中长英质脉体的流变褶皱更加明显，犹如肠状弯曲。

剑鞘式褶皱：仅见于韧性剪切带内，变形面为 Sn-1，所见褶皱发育比较完好，其枢纽迹线呈明显的弧形弯曲，褶皱的横断面呈椭圆形，封闭，下端的横断面呈现“Ω”状弯曲（图 5），相伴的拉伸线理产状与褶皱轴线相平行，两者均向 NW 方向倾斜。上述特征不仅体现了所处剪切带的韧性变形行为，而且还指示了剪切带相对向 NE 逆冲的运动学方向。

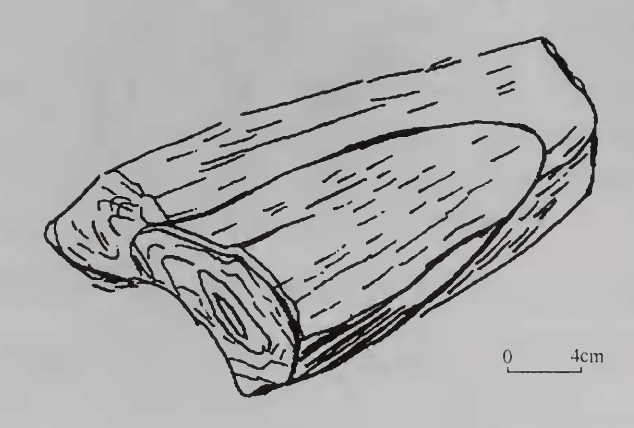


图 5　瑞丽南京里韧性剪切带中剑鞘式褶皱（据手标本素描，岩性为钙硅酸盐岩）

片内无根褶皱：常发育于韧性剪切带附近，被褶皱的物质多为能干性强的岩石，褶曲与褶曲之间相互不连接，形同钩状（图 6），常被一系列的小型韧性剪切带所分割。

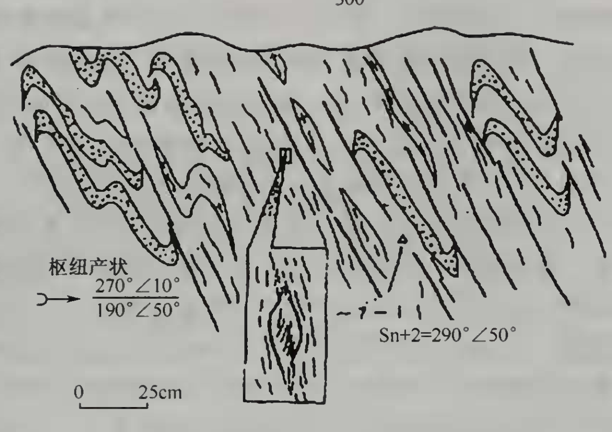


图 6　瑞丽武甸韧性剪切带旁侧钩状褶皱

2.2.1.2　面理构造（Sn+2）

不同的构造部位所表现出来的面理特征不一样，弱变形域地带多为褶劈理，强应变带则表现为剪切糜棱面理。

褶劈理：具有一定的透入性和连续性，实为同期褶皱的轴面劈理。在未遭受后期构造破坏时，岩层露头上则表现为一组向 NW 倾斜的分隔状和带状褶劈理（图 2 至图 4）。劈理域宽 0.5～1.5mm，从镜下观察，该劈理域内的新生矿物主要为定向排布的微片状黑云母（d=0.03～0.08mm）及毛发状硅线石。矿物的定向又构成了矿物的生长线理，劈理间隔（微劈石宽）变化不大，多数间隔 1～3cm，部分间隔 5～6cm。微劈石中无论是先存的结晶面理，还是同构造的片麻理，大都发生褶皱。因而，该褶劈理（Sn+2）与早期的（Sn+1）结晶面理之间多数呈角度不等的斜交，仅个别大致平行。

剪切糜棱面理：分布上往往受同期韧性剪切带控制，未遭受改造的该组面理仍向 NW 倾，倾角 50°～60°，该糜棱岩的 Sc 面理主要由细粒状长英质及新生的微片状黑云母各自呈带状-条纹状聚集定向排布显示出来。在细粒化的矿物中，石英、部分长石透镜化，呈眼球状残斑。残斑的结晶拖尾显示了由 NW 向 SE 逆冲的运动方向。

2.2.1.3　线理构造

该世代的线理比较发育，主要有矿物拉伸线理、矿物生长线理及大型杆状构造。

矿物拉伸线理及矿物生长线理：均出现于强应变带，前者主要为细粒化的长英质集合体以及柱状矿物（普通角闪石等）平行定向排列，后者主要是指残斑两端的影区部位，由石英及云母定向排列构成的须状增生体。上述矿物线理总的延伸方向与剪切面理方向大致平行，无疑显示出 a 线理的特点。

杆状构造：D_1 世代的杆状构造主要由强硬层的褶皱转折端构成，形状为一系列大小不等的半圆柱状体，这些杆状体在空间展布上呈 NE-SW 向水平延伸，与同期褶皱轴线方向基本一致，无疑为大型 b 线理。

2.2.1.4　D_1 世代的大型构造

由于后期构造干扰和大面积酸性岩浆岩的侵位占据了较大范围的空间，因此，该期

大型的褶皱构造面貌难以恢复，而规模较大的韧性剪切带则反映得比较清楚。该 D_1 世代剪切带最宽处为 2km，一般宽 500～1000m，主要由各种类型的糜棱岩构成，有黑云花岗质（变余）糜棱岩、角闪黑云长英质（变质）糜棱岩、角闪黑云花岗质（变余）糜棱岩、黑云含透辉角闪斜长英质糜棱岩等，靠剪切带边部为初糜棱岩或糜棱岩化的岩石。从未被改造的剪切糜棱面理产状显示该期韧性剪切带向 NW 倾，倾角 50°～70°。在长英质（变余）糜棱岩中，眼球纹理构造、亚颗粒现象、S-C 组构、“δ”形碎斑系以及矿物的拉伸线理、生长线理都较为发育。其中石英强烈变形变质显而易见。此外，部分长石发生波状消光、双晶扭曲，甚至细粒化，表明该韧性剪切带的塑性变形明显，至少为中构相（角闪岩相）的变形变质作用产物。韧性剪切带中片内无根褶皱、柔流褶皱发育，也见剑鞘式褶皱。不对称的眼球状构造、不对称的压力影构造和片内无根褶皱的牵引方向，表明该期韧性剪切带主要为 NW 向 SE 的逆冲推覆作用所致。在部分地段见水平拉伸线理及枢纽与剪切糜棱面理倾向一致的斜卧褶皱共生，又表明该期在 NW 向 SE 推覆的同时，在 NE-SW 方向上有一个力的转换，从而局部产生平移走滑。

规模宏大的 D_1 世代韧性剪切带，对中元古界高黎贡山岩群的三个岩性组合段起到了一定的分划作用。区内高黎贡山岩群的黑云母质岩段（Pt_2gl^b）及钙硅酸盐岩段（Pt_2gl^c）多分布于该剪切带的南东侧，而角闪质岩段（Pt_2gl^a）仅分布于该剪切带的北西侧。因此，从变形、变质强度、混合岩化程度，说明南京里韧性剪切带、北西侧的地壳相对于南东侧所处的构造层次要更深一些，可能达中深构造层次。

总的来看，D_1 世代的挤压收缩，对高黎贡山主体构造格架的形成奠定了基础，同时也形成了构造层次不同、流变学特征不同的几种构造相的共生构造组合。高黎贡山构造带主要表现为中部构造相，而在相邻的潞西-畹町地区则表现为浅部构造相的变形，卷入变形的最高层位为下-中三叠统，并造成上覆中、晚三叠世地层的不整合覆盖。因此，D_1 世代的变形时期为印支期。

2.2.2 D_2 世代的构造变形

除第三系、第四系外，该构造区的多数地质体都卷入了 D_2 世代的构造变形，并且仍以纵向置换的构造组合形式表现出来（表 2）。

表 2　高黎贡山构造区 D_2 世代构造共生组合表

褶皱	主要以 D_1 世代形成的剪切糜棱面理及 Sn+2 褶劈理为变形面，在弱变形域地带以开阔的等厚褶皱为主，在强应变带则出现中常一紧密褶皱，即出现共轴，亦出现横跨叠加褶皱，位态上以斜歪水平褶皱为主，少数为倾竖褶皱
劈理	剪切带以糜棱面理为主，其余见非透入性的不连续性劈理
线理	有交面线理，剪切带中见矿物拉伸线理
断裂	以浅构相逆冲推覆韧性剪切带为主，兼有右行走滑剪切（侧向拉伸）

2.2.2.1 褶皱构造

与 D_1 世代变形相比，该期岩层露头小褶皱不发育，而且在强应变带和弱应变域中的表现形式各不相同，并对 D_1 世代的褶皱有明显的叠加改造作用。

开阔褶皱：多见于弱应变域地区，变形面比较复杂，有褶劈理，也有早期的剪切面理。褶皱转折端圆柱状程度较高，两翼夹角较大，多属 J. C. Ramsay 形态分类的 I_B 型（等厚）褶皱（图 7）。此开阔褶皱沿轴面可见不连续的破劈理。

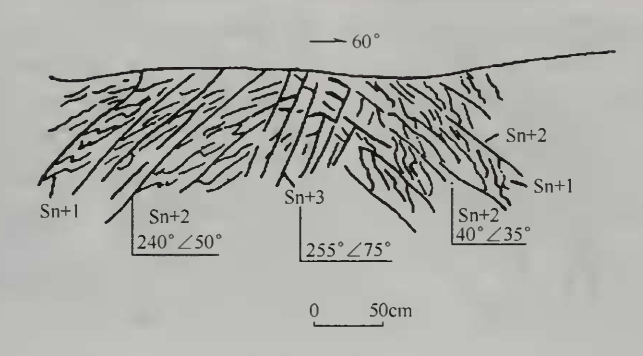


图 7　瑞丽武甸 Pt_2gl 中 D_2 世代开阔褶皱

Sn＋1：晋宁期结晶叶理；Sn＋2：印支期褶劈理；Sn＋3：燕山期破劈理

紧闭褶皱：分布于韧性剪切带中，与早期 D_1 世代的褶皱相比，主要是变形面不同，变形面除了 Sn＋2 面理外，早期的剪切糜棱面理（Sm）亦是主要的变形面，该褶皱的紧密程度较高，属 II 型（相似）褶皱（图 8）。沿紧闭褶皱的轴面方向可见透入性差、不连续的劈理（Sn＋3），劈理域被微片状白云母和雏晶黑云母充填，反映韧性剪切褶皱的同时，伴有一定的变质作用。

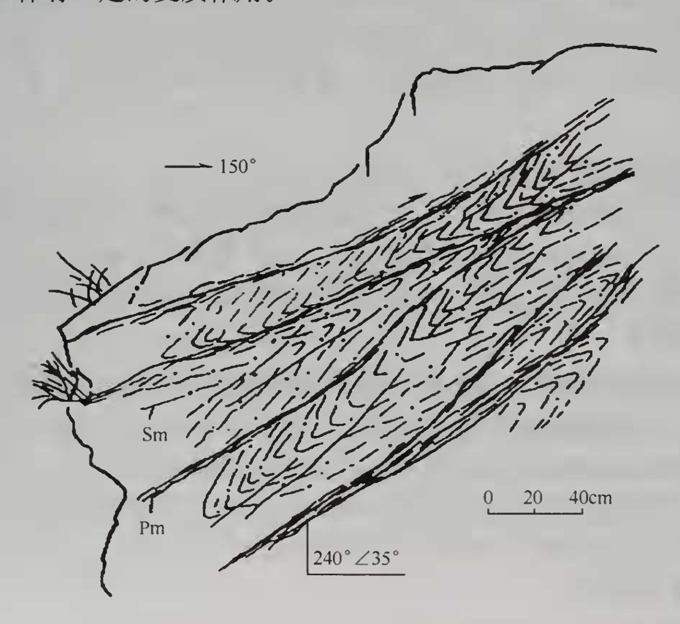


图 8　瑞丽南京里韧性剪切带中紧密褶皱

Sm：糜棱面理；Pm：微型韧性剪切带

倾竖褶皱：偶见于同期剪切带的旁侧，褶皱转折端圆柱状程度较高（图 9），枢纽和轴面都近于直立（倾伏角 85°）。与早期（D_1 世代）的同类型褶皱相比，主要是以不

产生褶劈理相区别。

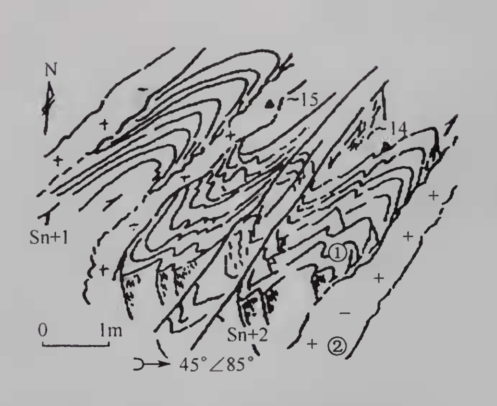


图 9 瑞丽广贼回蚌韧性剪切带旁侧倾竖褶皱素描图

①：变粒岩；②：伟晶岩脉

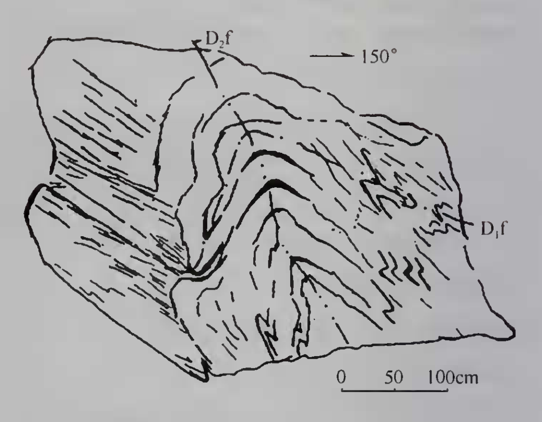


图 10 瑞丽南京里 Pt_2gl^h 中共轴叠加褶皱

D_1f：印支期褶皱轴；D_2f：燕山期褶皱轴

叠加褶皱特征：对早期的褶皱共出现两种叠加形式，一种为共轴叠加（图 10），即两期褶皱轴的延伸方向一致，为 SW-NE 向；枢纽略向 240°方向倾伏，倾伏角 8°，早期褶皱轴面（包括 Sn＋2 褶劈理）已发生弯曲，晚期褶皱轴近于直立。被叠加的对象可能是 D_1 世代的枢纽向 NE-SW 水平延伸的斜歪水平褶皱或斜歪微倾伏褶皱。另一种为横跨叠加，即两期褶皱轴几乎直交，晚期褶皱转折端有固定的延伸方向，呈 N-NE 方向延伸，而早期的褶皱转折端已呈鞍状弯曲，被叠加的对象可能是 D_1 世代枢纽向 NW 倾伏的斜卧褶皱。

2.2.2.2 面理构造（Sn＋3）

该世代变形的面理构造不发育，主要为同期韧性剪切带中的剪切糜棱理。该面理由雏晶黑云母（$d<0.03$mm）定向并聚集成条纹、条痕而显示出来。其产状在全区较稳定，均向 NW 倾，倾角 40°～50°。另在一些褶皱核部还可见透入性较差的不连续劈理。

2.2.2.3 线理构造

该期线理构造不太发育，主要见同期韧性剪切带中的矿物生长线理，矿物生长线理的长轴倾伏方向与剪切糜棱面理倾向一致，均向 NW 倾，从相伴的不对称压力影拖尾方向来看，矿物的生长线理亦与 NW 向 SE 韧性逆冲推覆作用有关。与早期的矿物生长线理相比，矿物的种类有所不同，此期矿物含较多的白云母及雏晶黑云母。该期其他线理还有窗棂构造和交面线理，两者都呈 NE-SW 向水平状延伸，与同期褶皱枢纽的方向一致，无疑同属 b 线理。

2.2.2.4 断裂构造

该期断裂活动仍表现为遍布的韧性逆冲推覆剪切带。与 D_1 世代的韧性剪切带相比，两者在许多方面有着明显的差异（表 3）。总的来看，D_1 世代的韧性剪切带形成于变质程度较高的角闪岩相构造环境中，而且有明显的叠加改造形迹。该期（D_2 世代）的韧性剪切带形成于变质程度较低的绿片岩相构造环境。

表 3　高黎贡山构造区两期韧性剪切带特征对比表

主要标志	D_1 世代韧性剪切带	D_2 世代韧性剪切带
规模	规模宏大，韧性剪切带宽 1～2km	规模小，剪切带宽仅 100～300m
构造岩	以角闪黑云二长英质（变余）糜棱岩为主，岩石的塑性变形明显	以富雏晶黑云长英质糜棱岩为主，另有超糜棱岩，岩石具脆—塑性变形
矿物变形	长石变形明显，具波状消光、双晶纹弯曲、双晶纹滑移现象	长石变形很不明显，而石英的变形较强
新生矿物	主要为微片状黑云母，$d=0.03\sim0.1$mm，Ng＝褐红-红棕色，另有阳起石、纤状角闪石	主要为雏晶状黑云母，$d<0.02$mm，Ng＝黄红色。另有短片状白云母、毛发状矽线石
叠加改造	叠加改造明显，常以该期剪切面理为变形面，出现新的褶皱和褶劈理	无叠加改造现象

综上所述，D_2 世代的变形构造，不论是褶皱还是韧性剪切带，都主要表现为由NW 向 SE 的逆冲所致，仅局部兼有右行平移走滑。区内目前的构造格架最终是经 D_2 世代变形所铸成，从相邻地区（畹町-潞西）看，卷入该期变形的最高层位为白垩系。而且变形、变质还波及到同位素年龄值为 74～77Ma 的花岗岩地质体，因此，D_2 世代的构造活动应属燕山晚期。

2.3　后期构造变形

高黎贡山构造区的构造格架基本形成以后，又经历了后期脆性构造叠加，按先后顺序和变形方式不同，可分成两个世代的变形，分别称为 D_3 和 D_4 世代构造变形。

2.3.1　D_3 世代的构造变形

该世代的构造形迹主要为脆性的走滑平移断层。各走滑平移断层除规模（长度）及相对错位方向有所差别外，其余特征相似。

（1）各断层破碎带宽 30～50m，主要由脆性变形的构造角砾岩、断层泥构成。构造角砾岩成分较复杂，有各类片麻岩、含钙硅酸盐的各种变粒岩、片麻状黑云二长花岗岩、似斑状黑云二长花岗岩和糜棱岩等。

（2）断层常造成早期的构造线不连续，或第三系的不整合界线明显错位，或韧性剪切带的突然错开，或使侵入体界线（包括次生面理界线）发生断错。

（3）由于这些断层破碎带抗风化和抗冲蚀能力差，地貌上往往形成直线状的沟谷，或水系沿断层线突然折线改变方向，部分断层线上还出现串珠状温泉。

2.3.2　D_4 世代的构造变形

主要表现为正断层及平缓褶皱，出现在新生代盆地边缘，可能与不均衡的抬升作用有关。所形成的褶皱不多，共同特征是以层理为变形面，卷入变形的最高层位为上第三系，轴迹往往被第四系掩盖。褶皱为宽缓的短轴背斜和向斜。

上述特征表明，高黎贡山构造区的后期构造主要体现了表部构造层次的脆性变形，从表现的作用方式来看，一种以平移走滑作用为主，另一种为不均衡的抬升作用。两种

作用的时间应为喜马拉雅期，其中，不均衡抬升造成了第四系冲积阶地的发育，这种抬升作用至今仍有表现，说明不均衡抬升作用时间晚于平移走滑作用。

3 结语

综上所述，高黎贡山南段的结晶基底至少经历了5次构造变形，其总体构造演化趋势是从中-深构造层次向浅部构造层次和表部构造层次逐渐演化。每一次构造层次的转变总是与强烈的构造作用密切相关，特别是印支-燕山期的两次以逆冲推覆为主，并伴随平移走滑的复合构造作用，形成该区基本构造格架，后经喜马拉雅期的脆性变形，最终形成今日所见的构造格局。

由于笔者水平所限，上述认识肯定存在缺点和错误，相信随着该区工作的不断深入和研究程度的提高，将会对本文不足之处予以修正。

主要参考文献（略）

高黎贡山变质地体的大地构造归属和区域成矿特征*

罗君烈

（云南省地质矿产厅）

1　高黎贡山变质地体的命名依据及构造归属

怒江断裂以西至密支那缝合线之间的滇西部分，大地构造单元曾有多种称谓。云南省区域地质志（云南省地矿局　1990）称之为伯舒拉岭-高黎贡山褶皱带，隶属于冈底斯-念青唐古拉褶皱系；陈炳蔚等（1987）称之为腾冲褶皱带，隶属于波密-腾冲褶皱系；刘增乾等（1993）称之为伯舒拉-高黎贡山推复带，隶属于察隅-梁河陆块；程裕淇（1994）称之为冈底斯-腾冲陆缘活动带，隶属于藏滇中间板块；笔者等（1994）命名为高黎贡山变质地体，隶属于三江（怒江、澜沧江、金沙江）特提斯造山带。

命名的多样性不仅反映出不同研究者的构造观点，也显示出对本区构造特征认识上的差别。由于篇幅限制，在此不讨论称谓问题，但要简述本区本质特征中需强调之点：

（1）尽管命名不同，但对此单元的边界划法却惊人地一致，其原因是此单元严格地分布在怒江、密支那两条巨大的断裂之间。后者具缝合线性质，前者具韧性剪切带性质。

（2）本区地层系统具双层结构。中深变质岩基底出露面积大，详细的 1∶5 万区调表明其主体上属于多条剪切带分隔的岩片，只能建立层状无序的构造-地层单位。区域性混合岩化、糜棱岩化十分强烈。浅/未变质岩系仅见 D_1、$C_{2\sim3}$、P_1、T_2、N_2-Q；出露面积不足全区的 1/5，沉积间断多，累计厚度仅 3685～5515m。两相比较，变质岩基底占绝对优势。

（3）变质岩系时代、原岩、变质特征，纵向上可与西藏地区的念青唐古拉群对比，属于云南三大变质基底类型中的喜马拉雅板块型基底。前寒武纪的古地理及其构造位置与断层两侧尚无法恢复。

（4）古生代以来，区内的地层记录与周边（特别是保山、龙陵地区）似有一定联系（详见下述），但总的是两套系统，相异点大于共同点，符合变质地体的特征。

（5）重要的是从古特提斯洋（主扩张带在澜沧江缝合线）到新特提斯洋（主扩张带在雅鲁藏布江缝合线及密支那缝合线）的演化，本区扮演了 A. M. C Sengor 等（1991）所称的基米里地块的角色。

（6）更重要的是本区是新特提斯造山带毗邻地区，因受其影响出现陆内造山、双变质带、中新生代巨大花岗岩带等现象，造成了本区是成矿时代最新、构造最活跃的地带。但是，与其他研究者认识上的重要区别是：本文强调其属变质地体卷入了陆内再次造山的本质，这是腾冲地区矿产丰富、构造形式特殊、形成孤立“热点”的主因，也是

* 本文 1996 年发表于《云南地质》，15(2)：114～117。

作者不同意视若简单的中新生代褶皱带或推覆带或陆缘活动带的原因。

由上可见，本区构造单元属于变质地体性质。

2 从区域成矿作用及构造岩浆活动看高黎贡山变质地体的特征

2.1 前寒武纪的主体成矿作用

研究云南成矿系列的成果表明：前寒武纪，云南火山活动占主导的成矿作用是铁铜重要成矿期。其间虽经历了由火山-沉积、喷流沉积、沉积-改造等不同作用的演化，在早元古代晚期、中元古代早期及中期形成三次高潮，全省唯独高黎贡山变质地体火山活动微弱，至今未发现铁铜矿化层位，显示出其隶属于喜马拉雅型变质基底，而与印支地块型、扬子地块型有本质区别。

2.2 变质地体边缘的热水沉积成矿盆地

云南重要的热水沉积矿床大多产生于拉伸环境的盆地，在空间上常与古陆（或地体）共生。例如，越北古陆北缘3次大的陆内拉伸，依次出现了蒙自白牛厂式喷流岩系的富银多金属矿（ϵ_2，后期叠加花岗岩成矿）、芦柴冲式喷流沉积铅锌矿（D_1）、右江沉降带内地下热水活动有关的锑金矿等（P_2-T）；沿川滇古隆起东缘两次继承性拉伸，依次形成东川铜铁成矿系列（Pt_2^1）、滇中铁矿成矿系列（Pt_2^2）；沿石鼓地体-中咱隆起西侧，形成拖顶式铜矿（D_1）、羊拉式铜矿（P_2）、金顶式铅锌矿（E）等各类热水沉积矿床。

在高黎贡山变质地体南侧，热水沉积的成矿盆地包括了勐兴式（O_1）、鲁子园式（ϵ_3）和延入缅甸的包德温式（ϵ-O）等多金属矿床。分布范围长达250km，宽80km，NEE延伸。热水沉积盆地毗邻剥蚀区，可从龙陵、潞西的下奥陶纪底部的区域性假整合和厚达175m的底砾岩见端倪。

2.3 密集的环带状剪切带及混合岩反映出高黎贡山变质地体的构造变质强度

高黎贡山变质岩系与缅甸摩谷片麻岩相连，除元古代的早期变质外，同构造期与强大剪切活动有关的变质作用，包括各类糜棱岩、构造透镜体、细颈化等；构造面理普遍置换了层理，岩组之间的界面为大小不等的剪切带、糜棱岩带；从片麻理到混合岩带。区域上呈完美的环带状，自北向南，由近南北向渐次弯曲成东北东向分布。该区的变质史和同位素年龄资料表明，在元古代末至古特提斯碰撞造山之间，此变质地体有可能经受过大规模的拆离构造作用。

2.4 从晚古生代冰水沉积相的研究判定出高黎贡山由变质地体向复合地体的转化

前已述及高黎贡山地层系统具有两层结构的明显特征。晚古生代末，冈瓦纳大陆及其边缘出现了3种冰水沉积相：一是大陆内部陆相为主的印度型；二是由西藏申扎（昂杰组）经云南腾冲（勐洪群）到泰国普吉（普吉群）的珠峰型，时代为C_2-C_3，缺乏火

山岩，较多冰筏成因的含砾砂板岩；三是时代稍晚的早二叠世早期的保山型，海相为主，夹多层火山岩，较少含砾砂板岩。

在空间上，高黎贡山的冰水沉积横向上与保山型、印度型差别很大，其古构造位置可能相距较远；在纵向上已延绵大于3000km，反映出双层地层结构的高黎贡山复合地体由单一的变质地体转化而来，在晚古生代已经成形。

2.5 变质地体内强烈的花岗岩成矿作用

著名的东南亚含锡花岗岩带的西支延入高黎贡山变质地体内，这是新特提斯碰撞造山的结果。但是下列特征却是东南亚锡矿带所少有的：① 腾冲-梁河地区花岗岩旋回十分清楚，从晚侏罗世至早第三纪，可分出两个岩群、8个超单元和28个单元（罗君烈等 1994）；② 本区自东向西有序地出现3个成矿亚带，其成矿时代、含矿性变化规律明显；③ 本区与花岗岩有关的成矿类型比较齐全，以锡为主的有色、稀有矿床类型达11种；④ 含锡丰度处于东南亚前列。可见，同处于印度板块俯冲前缘的东南亚锡矿带西支，只有腾冲-梁河地区具有陆壳重熔良好的变质基底前提；只有本区具有从元古代到华力西晚期多次混合岩化和近地花岗岩的准备期；作为东南亚锡矿带西支主要成锡层位——富钙细碎屑岩为主的勐洪群只在本区特别发达；板块缝合线在怒江、陇川江、槟榔江等多条弧形断裂的复合下，才在本区形成宽阔的大型薄皮构造。这些构造成矿环境是东南亚锡矿带西支其他区段所缺少的。

2.6 双变质带只在高黎贡山变质地体出露地段才完整

著名的中缅边境双变质带以密支那高压低温的翡翠矿带和腾冲-梁河低压高温的花岗岩岩浆有色、稀有成矿带相配套为主要标志。无论向南或向北，双变质带都不很发达，相应的矿产成矿丰度急剧降低。

2.7 只在高黎贡山变质地体上出现典型的陆内“热点”

引人瞩目的腾冲“热点”表现出一系列典型的地质事件：从早上新世到晚全新世，共计5期约48处的腾冲火山群；七大高温地热田包括62处水热活动区，氢同位素研究发现来自幔源的水热信息；“热点”中心处于环形断裂的转折部位；独特的两河式热泉型金成矿作用。以上热流值高及集中程度为“三江”其他地区所少有。

2.8 高黎贡山变质地体所处的特殊板块边界性质

当新特提斯城碰撞造山时，形成了雅鲁藏布江和密支那缝合线，但是两者的性质极不相同。雅鲁藏布江处于印度板块向北俯冲的前缘，其构造剖面在蛇绿岩带以北依次出现日喀则群弧前沉积和东西向巨大的冈底斯岩基，但却缺乏前面第2.5至第2.7节所述的锡矿带、双变质带和“热点”。当人们追索滇西锡矿带北延时，其成矿丰度的急剧变化令人惊讶。相反，密支那缝合线处于印度板块向北俯冲的东侧以走滑为主，其构造剖面在蛇绿岩带以东直接为变质地体。因此缺乏典型的弧前沉积。巨大的花岗岩基已为变质地体上的再生重熔花岗岩及锡矿带所代替，双变质带和“热点”也是变质地体基底作为“底垫”的一种效应。附带指出，环绕变质地体周边的次级走滑断裂。在有幔源物质

为超镁铁岩与排金作用的有利区段，为潞西一带，韧性剪切带控制的金矿床已由核工业系统肯定其经济价值。

综上所述，研究高黎贡山变质地体的构造性质、重大地质事件、区域成矿及其与周边地区的联系和区别，对深化“三江”地区的基础地质研究和指导普查找矿有重要意义。

主要参考文献

陈炳蔚等．1987．怒江—澜沧江—金沙江地区大地构造．北京：地质出版社

程裕淇．1991．中国区域地质概论．北京：地质出版社

刘增乾等．1993．“三江”地区构造岩浆带的划分与矿产分布规律．北京：地质出版社

罗君烈等．1994．滇西特提斯的演化及主要金属矿床成矿作用．北京：地质出版社

罗君烈．1995．云南省矿床的区域成矿模式．云南地质，14(4)

云南省地质矿产局．1990．云南省区域地质志．北京：地质出版社

高黎贡山变质带南段的多期变质作用特征*

严城民　王　辉

（云南地勘局区调所）

自1992年以来，云南省地矿局区域地质调查所第九分队在该区进行1：5万区调工作，在高黎贡山变质岩带中获得了大量可靠的叠加变质资料。初步认为：高黎贡山变质

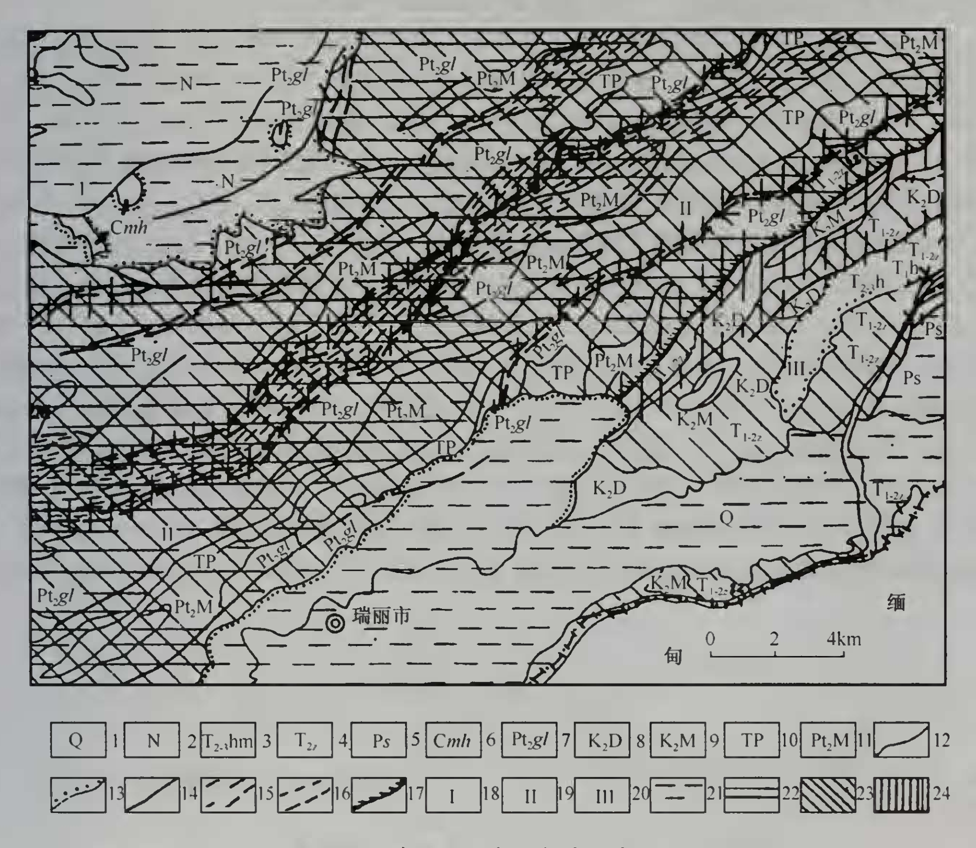


图1　高黎贡山南段变质地质图

1：第四系；2：第三系；3：三叠系伙马组；4：三叠系扎多组；5：二叠系沙子坡组；6：石炭系勐洪群；7：中元古界高黎贡山岩群；8：大石头村单元；9：曼弄单元；10：帕当单元；11：勐凤单元；12：地质界线；13：不整合界线；14：断层；15：燕山期韧性剪切带；16：印支期韧性剪切带；17：瑞丽断裂/变质岩带界线；18：独龙江—梁河变质岩带；19：高黎贡山变质岩带；20：潞西变质岩带；21：未变质地区；22：晋宁期变质（区域动力热流变质，低压型，低角闪岩相）；23：印支期变质（区域低温动力变质，低绿片岩相）；24：燕山期变质（区域低温动力变质，低绿片岩相）

* 本文1996年发表于《云南地质》，15(2)：119～123。

岩带至少存在晋宁期（区域动力热流变质，低角闪岩相）、印支期（区域低温动力变质，低绿片岩相）及燕山期（区域低温动力变质，低绿片岩相）3 期区域变质（图 1）。笔者有幸能自始至终参与此项工作，现将资料整理成文，供同行们参考。

1 晋宁期变质作用

本期变质遍及整个高黎贡山变质岩带。卷入变质的地质体为中元古界高黎贡山岩群及中元古代勐凤单元。

区域变质岩石（狭义的）以黑云斜长变粒岩、黑云斜长片麻岩较为常见，黑云片岩、角闪片岩、角闪斜长变粒岩、角闪斜长片麻岩、斜长浅粒岩、透辉斜长变粒岩、大理岩及斜长角闪岩较少。此外，还有宽窄不均、长短不一的条带状出露的眼球-变斑状混合岩、条带-条纹状混合岩、条痕状混合岩及混合片麻岩。

在上述区域变质岩（狭义的）中，斜长石、普通角闪石、黑云母、铁铝榴石、硅线石、透辉石、方柱石等晶形特征基本相同。斜长石呈“它”形粒状，粒径 0.25～1.0mm，An=29～48（钙硅酸盐岩中 An=60～63），普通角闪石呈半自形柱状，大小为(0.1～0.3)mm×(0.45～0.80)mm，Ng=深绿色。黑云母呈半自形片状，片径 0.12～0.5mm，Ng =黄棕-深棕色。硅线石呈细柱状，大小为(0.35～0.50)mm×(0.10～0.15)mm，平行消光，负延性。透辉石呈细柱状，大小为 0.2～0.5mm，近于无色。方柱石呈短柱状，平行消光，负延性。岩石中出现的典型矿物共生组合为：石英＋斜长石（An= 33～35）＋黑云母（云母片岩）、普通角闪石＋黑云母＋斜长石（An=36～38）±石英（角闪质岩石）、铁铝榴石＋石英＋斜长石（An=30～35）＋黑云母±硅线石（黑云斜长质岩石）、斜长石（An=60～63）＋透辉石＋方柱石±普通角闪石（钙硅酸盐岩石）。铁铝榴石在图解（图 2）中的投影点均落入硅线石带；普通角闪石、黑云母在图解（图 3 和图 4）中，投影点均落入角闪岩相区内；平衡共生的黑云母-石榴石、斜长石-普通角闪石矿物对图解（图 5 和图 6）反映了变质温度为 550～700℃。斜长石-普通角闪石矿物对极普通角闪石的 Al-Si 图解（图 6 和图 7）又反映了变质压力为2～4kb。

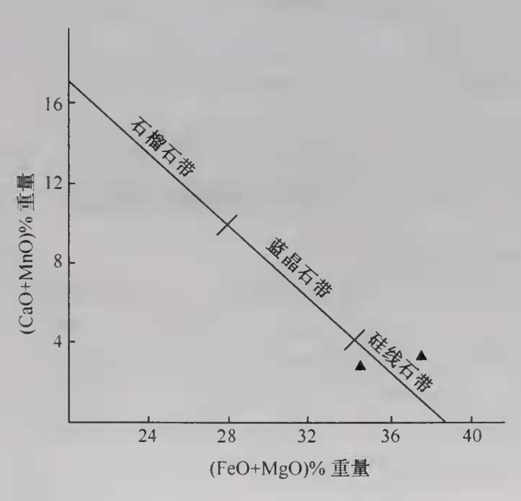


图 2　变质岩中石榴石化学成分与变质程度关系图（南蒂　1968）

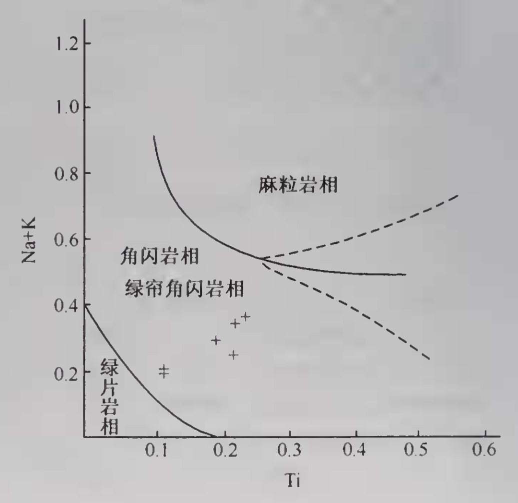


图 3　角闪石中（Na＋K）-Ti 变异图（Закруткин　1968）

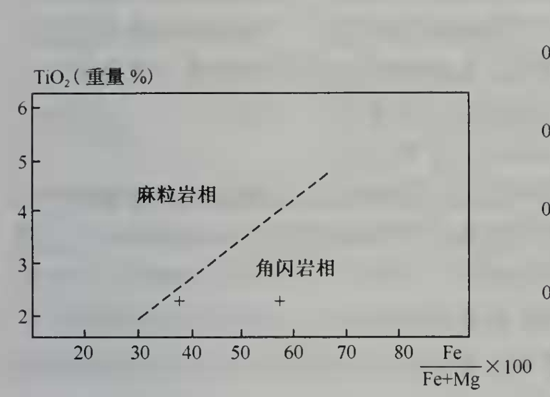


图 4　变质黑云母的 TiO_2-$\frac{Fe}{Fe+Mg}\times 100$ 图解（Другова　1965）

图 5　变质岩中共存的黑云母和石榴石之间 Mg-Fe 分配系数与变质温度的关系（Перчук　1970）

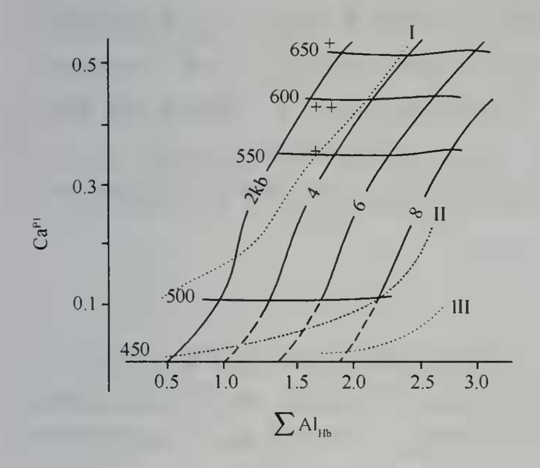


图 6　斜长石-角闪石实验地质温压计（Plyusnina　1982）

I：低压相系；II：中压相系；III：高压相系

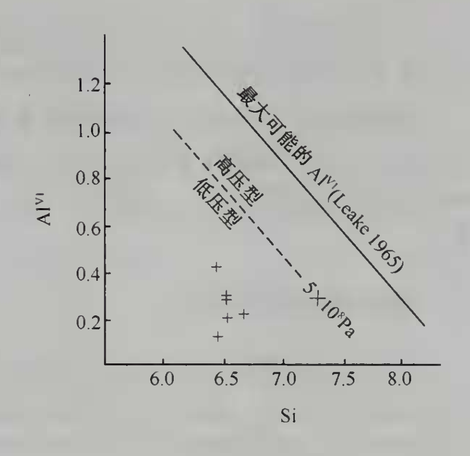


图 7　表示角闪石压力型的 Al^{VI}-Si 变异图（Raase　1974）

综合分析上述资料，本期变质作用强度至少达低角闪岩相，可能为低压型；变质作用类型为低压区域动力热流变质。

高黎贡山岩群向西延入缅甸后称摩谷片麻岩，其上被浅变质的庄马峪群（$\epsilon_{1\sim2}$）不整合覆盖；岩带西侧盈江—昔马一带的混合岩中获 Rb-Sr 全岩等时年龄值为 806Ma。南京里附近的斜长角闪岩中获 Sm-Nd 全岩等时年龄值为 685.9Ma。这些资料表明，高黎贡山岩群的该期变质作用发生在晋宁期。

2 印支期变质作用

该期变质作用波及整个高黎贡山变质岩带，除明显的叠加于已变质的中元古界高黎贡山岩群、中元古代勐凤单元之上外，还在三叠纪帕当单元中刻上明显的变质烙印。在整个变质带内，本期变质作用强度不均，岩石面貌在强应变带、弱应变域中表现不同。

在弱应变域内，岩石仅发生轻度糜棱岩化，具体表现为长石具透镜化，普通角闪石Ng方向的颜色由深绿色退变为蓝绿色，新生的微片状黑云母（片径0.03～0.08mm）与糜棱状长英质矿物构成岩石的糜棱理，总体显示退变质特征。

在强应变带——韧性剪切带内，原岩已被新生的超糜棱岩、糜棱岩、初糜棱岩所取代。岩石具（初、超）糜棱结构、眼球纹理状构造。残斑由斜长石（An=26～33）、钾长石、普通角闪石（部分岩石中可见针柱状硅线石、透辉石、石榴石）构成，大小为(0.1～0.5)mm×(0.05～0.25)mm。在部分普通角闪石残斑中，见有Ng方向的颜色由深绿色退变为蓝绿色，并见有退变质的纤维状普通角闪石、阳起石边，在部分钾长石残斑中，见有沙盅构造。

基质由黑云母及长英质矿物组成，流动构造及分异现象明显。黑云母呈微片状，片径0.025～0.085mm，Ng=褐红-红棕色。石英呈多边形微粒状，粒径0.05～0.15mm，相互间呈齿状镶嵌成矩形条带，与长石质分异条带相间产出。在大部分岩石中，见有S-C组构。

上述特征表明：岩石的变质强度至少达低绿片岩相（黑云母级），变质作用类型为发生在中浅部层次较深部位的与强烈挤压机制相伴随的区域低温动力变质（糜棱岩型）。

该期变质在岩带内未获直接时代依据，但在岩带南东侧下-中三叠统扎多组的印支期变质与本岩带的该期变质在变质作用强度、变质作用类型方面都极为类似（《1∶5万畹町镇幅地质图说明书》，送审稿，1995），故将该期变质作用时期暂置于印支期（中三叠世）。

3 燕山期变质作用

该期变质作用与印支期变质作用类似，仍波及整个高黎贡山变质岩带，变质岩石类型仍为糜棱岩系列，变质岩带内仍出现变质作用强度不均的现象。唯与印支期变质作用相区别的是，该期变质岩石形成于中浅部层次较浅部位，并明显地叠加于印支期变质岩石之上。

在弱应变域中，先期变质岩石的面貌基本保留。叠加变质现象表现为岩石在先期变质的基础上又产生了一组间隔状面理（燕山期糜棱理），基位态与印支期糜棱理呈不同角度斜交。燕山期糜棱理由糜棱状长英质矿物、绢云母/白云母、黑云母（雏晶状，片径<0.012mm）构成。部分岩石中见有燕山期糜棱理分割印支期糜棱岩中的长石残斑的现象。

在强应变带——脆韧性剪切带中，先期变质岩石的面貌已基本消失，本期变质岩石的面貌反映较为全面，可划分为初糜棱岩、糜棱岩、千糜岩及构造片岩。

岩石具（初）糜棱结构、千糜结构、眼球线理状构造。残斑由斜长石、钾长石及少量白云母、黑云母组成，均呈“σ”形，旋转拖尾、压力影现象明显。斜长石残斑具波

状消光、双晶纹弯曲及多米诺骨牌现象，$An=25\sim32$；部分残斑中尚见有压熔石英贯入及核幔构造。白云母残斑近“鱼状”，内含较多的铁质尘点，似为黑云母退变之物。

基质由石英、黑云母、长石及少量绢云母/白云母、硅线石构成。黑云母呈雏晶状，片径 0.015～0.100mm，Ng＝黄红色。石英呈“它”形粒状，粒径 0.25～0.65mm，具拔丝现象及核幔构造，变形带、变形纹、波状消光现象明显，与糜棱状长石相伴产出。硅线石呈毛发状，部分硅残石沿斜长石残斑内裂纹分布。

4 结语

瑞丽地区高黎贡山变质岩带的晋宁期、印支期及燕山期 3 期变质作用的发现，为印度板块北东部结晶基底的形成——陆块增生、古特提斯、中特提斯的封闭 3 次重大地质事件补充了依据。

本文在成文过程中，得到熊家镛高级工程师的鼓励和指导，与胡建军工程师进行过有益的探讨，李燕、夏贵光助理工程师为本文清绘图件，在此一并致谢！

由于笔者业务水平有限，文中难免出现谬误，敬请同行指正。

主要参考文献

地矿部直属单位管理局. 1991. 变质岩区 1：5 万区域地质填图方法指南. 北京：中国地质大学出版社
靳是琴，李鸿超. 1984. 成因矿物学概论. 长春：吉林大学出版社
云南省地质矿产局. 1990. 云南省区域地质志. 北京：地质出版社

云南高黎贡山西坡浅变质岩系中发现微古植物化石*

赵 成 峰

（云南省地矿局第四地质大队）

高黎贡山西坡浅变质岩系，分布在腾冲县界首以东的寺山大寨-单龙河一带，其原岩为一套含中酸性火山岩的碎屑岩夹碳酸盐岩沉积地层，长期以来一直将其划归元古界高黎贡山群的上段，1982 年 1：20 万腾冲幅改属下古生界，1985 年 1：20 万泸水、碧江幅又把它从元古界高黎贡山群中分出来，暂定为古生界，并认为其层位与盈江县关上、盏西、槟榔江一带的下泥盆统关上组可能相当。但由于缺少可靠的古生物依据，对其时代仍存在较大争议。

近几年来，第四地质大队区调分队承担了 1：5 万东营街、鸦乌山幅区调工作，于 1993 年实测单龙河地层剖面时，对其中青灰色绢云钙质板岩采集了孢粉样品，经中国科学院南京地质古生物研究所尹磊明鉴定发现含微古植物化石及碎片，计有：波罗的海藻（未定种）（*Baltisphaeridium* sp.）、丝突球藻（未定种）（*Filisphaeridium* sp.）、古膜片藻（*Laminarites antiquissimus*）、超光球藻（*Leiosphaeridia asperata*）、瘤面球藻（未定种）（*Lophosphaeridium* sp.）、具穴原始拟导管（*Prototrachites porus*）、不定形网状残片（*Retinarites irregularis*）、萨克特藻（未定种）（*Satka* sp.）、捷菲波里藻（未定种）（*Teophipolia* sp.）。

此外，云南省区调所在 1：20 万泸水幅区调中，曾在腾冲县界头以东蒋家寨附近，于黑色千枚岩取孢粉样，经该队实验室鉴定有：*Brocholaminaria* sp.、*Leiopsophaera pelucidus*、*Lignumpunctulosum*、*L. striatum*、*Protoleiosphaeridium* cf. *faveolatum*、*Reticulatasporites* cf. *stabilis*、*Retinarites irregutaris* 等。

根据以上一些微古植物化石的属种分子，高黎贡山西坡浅变质岩系的时代，大体与我国南方震旦系灯影组上段相当，这对研究该区地质发展历史具有重要意义。

主要参考文献（略）

* 本文 1995 年发表于《中国区域地质》，(2)：190。

滇西高黎贡山地区宝石伟晶岩*

柏 万 灵

（冶金昆明地质调查所，昆明市 650203）

摘 要 高黎贡山地区的伟晶岩可以分为变质分异型和岩浆分异型两个成因系列。在时间和空间上，它们分别与区内变质地层中的强烈混合岩化带、混合花岗岩化带及燕山晚期-喜山期深成重熔型花岗岩体有关，绿宝石、海蓝宝石、碧玺、黄玉、水晶等多产于蚀变较强、分异较好的带状白云母花岗伟晶岩或未（弱）分异电气石白云母晶洞伟晶岩中，是结晶分异作用晚或早期碱质交代作用的产物。

关键词 宝石伟晶岩，成因类型，高黎贡山，宝石

云南西部高黎贡山地区是云南省主要的宝玉石产区之一，所产优质碧玺、海蓝宝石、绿宝石、黄玉等粒大、质优，在中国珠宝市场上颇具竞争力，成因上它们分别属于宝石伟晶岩型、区域变质型、热液型、火山岩型等。伟晶岩型宝石矿是本区的主要宝石成因类型。

高黎贡山地区的伟晶岩具有成群、成带分布的特点，一般认为属于岩浆分异成因，但本文指出，区内宝石伟晶岩是变质分异、岩浆分异两种地质作用的产物，在岩石化学、微量元素、矿物学上与各自的母岩有明显的继承性。

1 区域地质背景

东经 99°以西的滇西高黎贡山地区属于特提斯造山带的一部分，大地构造上包含了高黎贡山变质地体、保山微板块、崇山-澜沧变质地体等 3 个发展地史相差很大的板块构造单元，其间分别以怒江-瑞丽断裂、昌宁-勐连板块缝合线为界。

高黎贡山变质地体位于喜马拉雅-密支那新特提斯缝合线东侧，主要宝石容矿地层元古界高黎贡山群具有典型的高温低压及递进变质特征，变质程度达高绿片岩-角闪岩相。变质程度较高的角闪岩相，低角闪岩相带分布于几条区域性复式背斜轴部及区域大断裂附近，新特提斯尽管未经过本区，但它沿雅鲁藏布江-密支那俯冲、碰撞，不仅使区内纳入了新特提斯弧后扩张环境而发育了腾冲弧后深成重熔花岗岩，而且随着印度板块的向北推移，使区内结合带及断裂发生大规模的右旋剪切及滑脱，其结果是使聚集于断裂上盘的含水热蒸气及被活化的岩汁，对断裂附近的岩石强烈渗透交代，形成叠加于高黎贡山群中深变质岩系之上的大量具有喜马拉雅中期的混合岩原地混合花岗岩，混合岩化、混合花岗岩化作用常常沿断裂及复背斜轴等构造薄弱地带进行，形成本区不具混合岩化中心，呈线状分布，与变质岩石之间缺乏明显递变带的混合岩、混合花岗岩带。

保山微板块也是在喜马拉雅板块型基底上发展起来的，但与高黎贡山变质地体明显

---

* 本文 1994 年发表于《矿产与地质》，8(4)：282～286。

不同的是，古特提斯及前特提斯中的大部分地层发育完好，自震旦纪至古特提斯造山运动的所有地壳变动，仅表现为平静的造陆运动，古特提斯以后，成为滇西垒堑式构造格局中的一个长期沉降的红色沉积盆地，新特提斯各幕造山运动对本区的影响远较其西临区弱，与之对应的是，混合岩化作用仅仅发育在其东西侧边界断裂非常靠近的贡山-福贡地区。岩浆活动除石炭、二叠纪陆内裂陷性质海底中基性火山活动之外，沿盆地边缘的局部穹隆区侵入的酸性岩形成互不相连的孤立花岗岩区，在构造上可能位于地幔局部凸起或热点，属于陆内花岗岩。

出露于本区东北缘的崇山群由混合岩、石英片岩、大理岩、变粒岩等组成，是印支陆块边缘的元古代岛弧-海沟沉积，大地构造上属于崇山-澜沧变质地体的北延，酸性侵入活动以华力西-印支期准原地交代花岗岩为主，混合岩化，混合花岗岩化作用与高黎贡山地区有着类似的时空分布特点，显然是新特提斯陆内变形的产物。

总之，本区东西部变质地体以中深变质及叠加于其上的超变质作用为主要特征，而中部保山微板块变质作用不发育，酸性侵入活动以分散、孤立的陆内深成重熔型花岗岩为主，这种差异造成了本区宝石伟晶岩在成因、宝石矿化作用及宝石质量、品种上的差异。

2　宝石伟晶岩成因及主要宝石伟晶岩带

2.1　宝石伟晶岩特征及成因类型

高黎贡山地区宝石伟晶岩以微斜伟晶岩、钠长-微斜伟晶岩为主，由微斜长石、石英、钠长石、白云母组成，具有花岗伟晶岩的岩石学、矿物学特征。不同程度地含有白云母（锂云母）、电气石，后期钠质钾质交代作用及云英岩化作用普遍发育是本区宝石伟晶岩的共同特点。产于花岗岩体、混合花岗岩体、花岗质混合岩之中的伟晶岩呈巢状、团块状产出，其他大部分岩石片理、片麻理、节理及花岗岩原生构造的以脉状产出，长数米至千余米，厚0.5～10m，宝石矿物呈单晶状，在以伟晶岩中部相带为主的各相带中呈浸染状产出，或呈晶簇状产于伟晶岩晶洞及裂隙之中。空间位置上，它们与变质地层中的强烈混合岩化、混合花岗岩化带及燕山晚期-喜山期深成重熔花岗岩相伴产出，明显属于两种不同的成因类型。

2.1.1　变质分异型宝石伟晶岩

变质分异型宝石伟晶岩产于中深变质的高黎贡山群、崇山群及福贡、贡山地区的变质石炭系之中，普遍发育典型的高温低压变质作用及叠加于变质岩石之上的混合岩化作用、混合花岗岩化作用是它们的共同特点。伟晶岩脉常成群、成带产于区域性混合岩、混合花岗岩化带中。① 伟晶岩脉与强烈的混合岩、混合花岗岩化带在空间位置上密切共生，伟晶岩脉的发育程度明显与混合岩化、混合花岗岩化作用强度正相关，如王子树-南京里地区；② 伟晶岩脉的形成时期与混合岩、混合花岗岩一致或稍晚，即均以喜山期为主，包括少量燕山期；③ 在这类伟晶岩带上，明显缺乏同期花岗岩侵入活动，或虽有这种侵入活动，但均以零星的小规模岩墙状产出，其规模远远不能形成如此众多的伟晶岩；④ 分布于上述中深变质岩群中的伟晶岩部分包含了以变粒岩、片麻岩为主

的区域变质岩残体，与其变质围岩之间大部分缺乏接触变质；⑤伟晶岩脉在矿物（特别是在次要矿物、副矿物）组分上与相应的变质岩、混合岩、混合花岗岩有显著的一致性，如福贡-贡山地区的混合岩、混合花岗岩普遍含电气石，而该区的伟晶岩也以富含电气石为特征；⑥伟晶岩在岩石化学、微量元素、稀土地球化学特征上，与相应的区域变质岩、混合岩、混合花岗岩具有明显的互补性和继承性。

从变质岩-混合岩化变质岩-混合岩-混合花岗岩-伟晶岩的过程中，Si、Na、K 等组分持续增高，而 FeO、Fe_2O、MgO、TiO_2 含量持续下降（表 1），表明伟晶岩是混合岩作用过程中 Si、K、Na 等组分带入，Fe、Mg、Ti 等组分带出的超变质作用晚期产物。

表 1　变质岩混合岩混合花岗岩伟晶岩岩石化学成分（%）

地层	岩石类型	SiO_2	TiO_2	Al_2O_2	Fe_2O_2	FeO	MnO	MgO	GaO	Na_2O	K_2O	P_2O_3	灼减
高黎贡山群	区域变质岩	59.07	0.81	16.50	3.09	4.05	0.11	3.37	5.09	2.43	3.47	0.29	1.7
	混合岩化变质岩	68.53	0.45	14.85	1.56	2.42	0.06	1.1	1.98	2.54	4.67	0.15	1.25
	混合岩	68.99	0.43	14.64	1.56	2.48	0.09	0.88	2.09	3.09	4.45	0.18	0.46
石炭系	混合花岗岩	70.40	0.35	14.36	1.44	2.23	0.05	0.56	2.07	2.95	4.54	0.11	0.82
（贡山	伟晶岩	72.31	0.11	14.33	0.81	1.00	0.02	0.52	1.68	3.97	4.77	0.03	
一福贡）	变粒岩	58.02	0.70	18.62	1.82	5.03	0.05	2.90	3.16	5.44	3.60	0.15	1.11
	混合岩化变粒岩	70.98	0.75	14.92	1.03	1.66	0.04	0.71	2.39	3.91	3.42	0.11	0.29
	伟晶岩	79.32	0.00	11.81	1.16	1.51	0.05	0.06	0.20	2.02	2.28	0.09	1.20

在宝石伟晶岩中含量很高、并参与宝石成矿的金属元素及矿化剂元素（Be、Li、F、B 等），正是区域中深变质岩石混合岩化、混合花岗岩化中强烈迁出的元素（表 2）。统计表明，以 Be 为主的宝石成矿金属元素的大量迁出，发生在混合岩化过程中。而混合花岗岩的 Be 含量仅略低于变质岩石，这造成了区内交代成因——宝石伟晶岩型绿宝石矿总是与强烈的混合岩化带共生，而混合花岗岩、准原地交代花岗岩大量出现时反而很少见到这类绿宝石矿的独特现象。Sn、W 与 Be 一样，均作为超变质作用中强烈迁出的元素而大量富集于伟晶岩脉中，所以区域上变质分异型宝石伟晶岩总是与 Sn、W 矿点重合或异常重合。

表 2　伟晶岩及不同类型变质岩微量元素特征表（$W_B/10^{-6}$）

地层	岩石类型	Sn	W	B	F	Be	Li	Nb	$\sum$ REE	$\sum Ce/\sum Y$	δEu
高黎贡山群	浅变质岩	4.9	2.3	75	637	1.9	33	12.9			
	中深变质岩	4.3	1.6	13	459	2.0	34	13.2			
	混合岩					1.07		14.2			
	伟晶岩	250	50			7					
崇山群	浅变质岩	2.8	1.8	52	716	2.1	33	12.8			
	中深变质岩	4.0	2.7	109	707	2.7	45	12.8			
	混合岩		8.6			0.6	80.8				
石炭系	变质岩	26.0	1			2.2	70.04	12.67			
（福贡一	伟晶岩	15～2500				10.50		10～50			
贡山）	变质岩	4.2	2.6	56	560	1.9	24	12	314	5.18	0.45
（滇西	准原地花岗岩	6	3.8	18	737	2.9	32	32	290	3.99	0.51
地区）	混合花岗岩	3.1	0.2	6.7	704	1.8	31	15	290	4.55	0.55

上述资料说明，分布于区内主要变质岩群中的宝石伟晶岩是变质分异作用的产物，其中的宝石矿化强度及种类与变质地层微量元素特征、混合岩化强度等因素有关，而侵位条件、围岩条件则影响了伟晶岩的分异程度，进而控制着宝石的质量。

2.1.2 岩浆分异型宝石伟晶岩

岩浆分异宝石伟晶岩主要分布于保山微板块西侧的潞西复式花岗岩基侵入体的内外接触带中，腾冲弧后花岗岩带也有少量分布。

潞西地区的花岗岩是加里东-喜山早期各时代酸性岩浆呈环形隆起侵入而形成的一个复式花岗岩，加里东期侵入体呈环形侵入隆起核部的寒武系公养河群中，加里东以后酸性侵入体位置稍向北移，时代由老至新，岩浆活动由强至弱，岩石性质由弱酸性花岗闪长岩（加里东期）—弱酸性角闪花岗闪长岩（燕山早期）—酸性黑云母二长花岗岩（燕山晚期）—超酸性二云母、花岗岩（喜山早期），从早至晚岩浆活动由钙碱性到碱性，物源组分由深部地壳加地幔到上部地壳演化，宝石成矿金属及矿化剂元素丰度由早至晚渐次增高（表 3）。这些特征说明，它们是本区深部存在的具有稳定热源供给的岩浆房和长期演化作用的结果，以超酸性碱质岩石及含有大量电气石为特征的燕山晚期-喜山期岩体，可能是同一岩浆作用过程的产物。

表 3　潞西花岗岩基微量元素特征表（$W_B/10^{-6}$）

时代	岩体	Be	Sn	W	Li	F	B	Nb
加里东期	花岗岩	<2			<24			
燕山早期	花岗岩	2.4	3.6	0.2	140	900	20	13.5
燕山晚期	花岗岩	2.9	7.5	5.1	41	67.9	11	10.2
	伟晶岩	1031	300		504			94
喜山早期	二云母花岗岩	22	30	8.8	254	1500	10	33
	白云母花岗岩	58	64	7.1	94	967	155	30

岩浆分异作用使每一期酸性侵入活动都有与之在矿物学、地球化学上有继承性的伟晶岩脉群派生，黑云母伟晶岩与加里东期及燕山早期花岗闪长岩有关，二云母伟晶岩与燕山晚期黑云母花岗岩有关，而白云母伟晶岩则是喜山早期二云母花岗岩的分异产物。宝石成矿元素在伟晶岩中大量富集，一般是所对应母岩的数倍至数百倍（表 3），并且也有从早至晚成矿元素含量逐步升高的特点。受这一特点的影响，宝石矿化常常与燕山晚期-喜山期酸性侵入体的分异产物二云母花岗伟晶岩有关。伟晶岩脉群主要分布于对应母岩的内外接触带，常沿花岗岩原生裂隙及围岩片理片麻理呈脉状产出，少量分布于岩体内部相带的伟晶岩为巢状。由于不同时期、不同性质的酸性侵入体在空间位置上的规律性变化，区内伟晶岩建造也有一定的水平分带：东部为白云母花岗伟晶岩带，西部则主要是二云母花岗伟晶岩带。

以绿宝石、海蓝宝石、水晶为主的宝石矿带产于燕山晚期-喜山期，花岗岩体内外接触带内分异较好，后期白云母化、钠长石化强烈的伟晶岩脉中，绿柱石类宝石矿明显可以分为几个世代，优质宝石主要与中期绿柱石有关。

在腾冲弧后岩浆活动带中，由于重熔花岗岩主要侵入于化学性质活泼或封闭性能差

的石炭系勐洪群碳酸盐岩、粗碎屑岩中，岩浆分异晚期的富挥发分残余熔浆或者通过粗碎屑岩孔隙逃逸，或者与岩体外接触带的碳酸盐岩发生反应形成矽卡岩，Be、B、F、Li 等则在此过程中呈类质同象或细小的单矿物散布于矽卡岩型 W、Sn 矿床中，因而在岩体内外接触带中很少有宝石伟晶岩形成。本区少量伟晶岩多呈不同规模的巢状产于花岗岩中部相带中，少数规模较大，分异较好的伟晶岩巢晶洞中有优质水晶产出。

2.2 主要宝石伟晶岩带特征

如上所述，区内宝石伟晶岩受超变质作用重熔酸性岩浆侵入活动的控制，自燕山期以来新特提斯造山运动使区内构造-岩浆、变质作用等均承袭特提斯构造做 SN 至 NE 向展布，由此导致了区内宝石伟晶岩具有明显的带状分布特征。

2.2.1 高黎贡山变质分异型宝石伟晶岩带

西部高黎贡山群分布区沿 3 个区域性复式背斜轴做带状分布，在各宝石伟晶岩亚带上，变质作用以强烈的混合岩化、混合花岗岩化为特征，明显缺乏酸性岩浆侵入活动。在规模较大、分异较好的白云母花岗伟晶岩中，绿宝石、刚玉、石榴石等呈单晶分散于伟晶岩中，东部宝石伟晶岩亚带中有粒度较小的金绿宝石产出。由于后期韧性剪切普遍强烈，所产宝石裂纹较多。

2.2.2 贡山-福贡变质分异型宝石伟晶岩带

在中深变质的石炭系中做 SN 向展布，宝石伟晶岩与石榴石、电气石花岗质混合岩、混合花岗岩伴生，碧玺、绿宝石、天河石、水晶、黄玉等常产于弱分异电气石白云母花岗伟晶岩及晶洞之中，绿宝石与电气石一般不共生，是云南优质碧玺的主要产区之一。

2.2.3 潞西岩浆分异型宝石伟晶岩带

位于潞西花岗岩基中、北部，绿宝石、海蓝宝石、水晶等产于燕山晚期-喜山早期黑云二长花岗岩、二云母花岗岩、白云母花岗岩内外接触带的二云母花岗伟晶岩中，宝石伟晶岩蚀变强烈，分异较好的对称带状伟晶岩脉、绿宝石、海蓝宝石呈单晶状分散在伟晶岩中，主要是结晶分异晚期及早期钾质交代作用的产物。潞西地区是绿宝石、海蓝宝石的主要产区之一。

2.2.4 崇山变质分异型宝石伟晶岩带

宝石伟晶岩在混合岩化、混合花岗岩化作用强烈的崇山群深变质岩系中呈脉状、巢状产出，绿宝石与白云母花岗伟晶岩有关。

3 宝石质量及产状

3.1 绿柱石类宝石

绿柱石类宝石是高黎贡山地区主要宝石品种之一。优质绿宝石、海蓝宝石多是白云

母、二云母花岗伟晶岩结晶分异晚期及早期钾质交代作用的产物，晶形好、透明度高粒粗，颜色翠绿-浅绿色、浅蓝-蓝色，常呈单晶在宝石伟晶岩中呈浸染状产出，在晶洞中产出的绿宝石品质更佳，但量极少。

3.2 碧玺

碧玺主要产于贡山—福贡地区变质分异成因晶洞伟晶岩中，以粗粒、透明、色美、少裂、少包体为特征，颜色以绿色系列、红色系列、杂色系列为主，其中绿色、翠绿色、红色、红绿双色碧玺是上品；绿色碧玺粒度较粗，∅>1cm 者常见，偶见深色包体；红色碧玺粒度较小，∅>1cm 者少见，且裂多，成品率较低。

3.3 黄玉

黄玉主产于北部的晶洞伟晶岩之中，与水晶碧玺等伴生，晶形好，透明度高，极少含有肉眼可见的杂质，多为无色，但改色性能良好。

3.4 水晶

水晶产于晶洞伟晶岩之中，以无色小单晶为主，少量墨晶、紫晶，少数直径大于10cm，透明度高。

高黎贡山地区宝石伟晶岩是燕山晚期-喜山期（以喜山期为主）变质分异及岩浆分异作用的产物，具有明显的 SN-NE 向带状分布特征，以绿宝石、海蓝宝石、碧玺为主的宝石矿化，多与蚀变强烈、分异较好的白云母花岗伟晶岩，或未分异电气石、白云母晶洞伟晶岩有关。

主要参考文献

高子英等．1993．滇西花岗伟晶岩．云南地质，(4)

施琳等．1989．滇西锡矿带成矿规律．北京：地质出版社

孙克祥．1993．赋存于云南前寒武系中的宝石伟晶岩．云南地质，(1)

高黎贡山自然保护区北段森林土壤垂直分异规律初探*

王 金 亮

（云南师范大学资源环境与地理学系）

摘 要 本文利用土壤理化分析资料，从土壤发生特征出发，对高黎贡山自然保护区北段森林土壤的垂直分异及垂直分布规律做了初步讨论。

关键词 发生特征，森林土壤，垂直分异

高黎贡山自然保护区位于高黎贡山中南段，东属云南省泸水县、腾冲县和保山县三县境内，现为国家级自然保护区，整个保护区分为南北两段。北段在泸水县境内，地理坐标为北纬 25°33′～26°09′，东经 98°34′～98°50′，面积 428.8km^2。

高黎贡山自然保护区自然条件复杂多样，为植物生长和土壤发育提供了有利条件，形成了多种不同的森林土壤类型。但是对保护区的森林土壤及其垂直地带性的研究不多。1989 年，我们两次对保护区北段森林土壤做了两个月的野外调查，现结合理化分析结果，同时参考有关方面的资料，从土壤发生特征出发，对土壤的垂直分布规律做初步探讨，以期为自然保护区的保护、建设和合理开发提供一定的科学依据。

1 土壤形成条件

1.1 地形与母质

高黎贡山属横断山的西支山地。呈南北走向，由北向南倾斜延伸的狭长山地，是怒江与恩梅开江的分水岭. 北段最高点握那洛峰，海拔 3916.7m，最低点在曼音南部，海拔 728m，相对高差 3000 多米。这地区地势险峻，除蔡家坝一带和一些谷地坡地稍缓（坡度为 35°～40°）外，其他地区坡度都在 40°以上。这种地形特点限制了土壤的水平分异，而为土壤垂直带发育提供了空间条件，同时使得光、热、水和植被等沿垂直方向重新分配，从而导致土壤的垂直分异。

高黎贡山地质构造复杂，新构造运动较活跃。岩石由片麻岩、片岩、板岩、千枚岩为主的变质岩系，以及印支燕山晚期到喜马拉雅早期的花岗岩组成。成土母质主要为变质岩系岩石风化的坡积物和残积物组成。

1.2 生物气候条件

高黎贡山处在我国亚热带西部季风区，具有中亚热带季风气候特征，由于相对高差大，随山体海拔高度的升高，湿度增大，气温降低。从山麓到山顶形成了 6 个热量带（下亚热带、中亚热带、上亚热带、暖温带、中温带和寒温带），具有十分明显的立体气

* 本文 1993 年发表于《云南师范大学学报》，13(1)：83～90。

候。另外，该地区处印度洋西南季风区，山体南北走向，山东西坡的降水、气温不同。在正常情况下，相近海拔高度上，西坡年降水量较东坡的大，气温则是东坡较西坡高，这就使东西坡土壤的形成分布明显不同。

高黎贡山植被垂直分异也十分明显，从怒江河谷到山顶，依次出现了河谷稀树灌草丛、云南松林、旱冬瓜林、高山栲林、湿性常绿阔叶林、铁杉林、杜鹃林、冷杉林、箭竹林及亚高山灌丛草地等多种植物群落。

2 土壤发生特征的垂直变化

高黎贡山属狭长山地，东西跨越不足一个经度，在泸水县内南北延伸不长，水平方向上自然条件变化小，土壤分异变化小，但是，气候生物在垂直方向变化十分明显，土壤形成发生、性态特征、分布也产生明显分异。

2.1 剖面形态及物理性质

2.1.1 土体厚度

高黎贡山随海拔高度的升高，土壤剖面层次分异程度变弱，土层变薄。到了3000m以上，土壤淀积层发育微弱而薄，甚至有腐殖质层直接发育于基岩上，而枯枝落叶层却逐渐增厚，可达20cm，土体构型由O-A-H-C-D构型向A-D构型变化。

2.1.2 土壤颜色

随海拔高度的上升，土壤表层和心土层的颜色也不断发生变化，表土层由淡棕（7.5YR4 /6）→暗棕（7.5YR2/4）→黑棕（7.5YR3/2或7.5YR2/2）→黑棕（7.5YR 1/2或7.5YR2/2）→黑棕（7.5YR 1/2）。心土层则由棕红（2.5YR3/7）→淡红棕或淡黄棕（SYR5/8或10YR6/6）→黄棕（10YR6/8）→暗黄棕或暗灰棕（10YR5/3或5YR3/2）→暗棕（7.5YR3/ 4或7.5YR2/4）。这说明，随海拔高度的增加，土壤脱硅富铝化作用减弱，有机质分解速度变慢，使土壤颜色产生了差异。

2.1.3 土壤水及物理性质

从山麓到山顶，气温逐渐降低，湿度增大，土壤风化作用减弱，质地变轻，土壤自然含水量、吸湿水量逐渐增大，土壤容重减小，土壤总孔隙度增大（表1）。

表1 不同海拔高度土壤水分和物理性质

海拔 /m	吸湿水 /%	自然含水量 /%	容重 /(g/cm³)	总孔隙度 容积/%	非毛管孔隙 度容积/%	毛管孔隙度 容积/%	通气度 容积/%	三相比 土：水：气
1040	4.75	24.85	1.25	52.7	5.9	46.8	21.6	1：0.7：0.5
1570	3.86	27.20	1.33	50.1	7.0	43.1	36.2	1：0.7：0.3
2600	5.57	43.00	0.71	70.5	10.5	60.0	66.5	1：1：1.4
2800	6.89	67.55	0.70	70.8	15.8	55.0	23.5	1：1.6：0.8
3100	6.52	109.78	0.47	78.0	5.0	73.4	26.8	1：2.4：1.2
3560	7.96	106.36	0.63	73.2	5.7	67.5	6.2	1：2.5：0.2

注：此表各项均为加数平均值。

2.1.4 土壤机械组成

高黎贡山森林土壤质地较轻，除怒江河谷的褐红壤为黏壤土-黏土外，其余多数是粉壤土、面砂土，显然这与本地区母质类型和陡峭的地形有关。从山麓到山顶，东坡土壤心土层砂粒含量逐渐增大，由 11.00%增到 71.94%，土壤黏粒含量则由 71.99%减少到 2.97%。西坡也有这种变化趋势。另外，从小于 0.001mm 的黏粒含量来看，除 3100m 以上的土壤外，其余表层黏粒含量都低于心土层，说明黏粒有明显的下移。总之，随海拔高度的增加，土壤风化程度减弱，土壤砂粒含量增加，土壤黏粒量减少，土壤质地变轻（表 2 和表 3）。

表 2 东坡土壤质地和各级土粒的含量

海拔/m	土壤深度/cm	各级土粒含量/%			质地名称（中国制）
		砂粒 1～0.05mm	粗粉粒 0.05～0.01mm	黏粒<0.01 mm	
1040	0～35	7.13	19.94	35.43	黏壤土
	35～110	11.00	2.47	71.99	黏土
1570	2～9	47.99	23.12	11.60	粉壤土
	9～44	24.02	32.40	22.45	粉壤土
	44～130	34.68	40.35	7.47	砂粉土
2230	15～38	18.21	35.17	12.17	黏壤土
	38～80	17.07	27.34	18.43	黏壤土
2540	10～27	36.63	37.53	8.36	粉壤土
	27～55	48.14	26.75	9.68	粉壤土
	55～74	50.03	19.49	7.47	面砂土
	74～100	57.44	20.51	7.53	面砂土
2900	13～50	56.99	20.20	9.42	面砂土
	50～90	71.94	17.24	2.97	粗砂土
	90～110	58.91	24.01	5.01	面砂土
3100	3～38	51.01	26.94	6.76	面砂土

表 3 西坡土壤质地和各级土粒的含量

海拔/m	土壤深度/cm	各级土粒含量/%			质地名称（中国制）
		砂粒 1～0.05mm	粗粉粒 0.05～0.01mm	黏粒 <0.01mm	
2080	2～10	31.59	35.44	9.70	粉壤土
	10～30	37.02	26.12	15.27	粉壤土
	30～100	22.19	22.56	18.28	粉壤土
2600	12～38	45.94	23.44	14.51	粉壤土
	38～60	56.12	116.38	12.88	面砂土
	60～115	58.69	14.38	11.46	面砂土
2800	9～24	42.65	36.22	7.66	粉壤土
	24～51	48.39	23.79	12.93	粉壤土
	51～103	54.37	19.02	10.77	面砂土
3100	6～35	—	—	—	—
	35～64	63.79	20.16	7.56	细砂土
	64～90	53.62	25.08	9.69	面砂土
3560	0～40	14.55	50.22	13.09	粉壤土
	40～70	18.75	32.40	13.93	粉壤土

2.2 化学性质

2.2.1 有机质和全量养分

高黎贡山东西不同海拔高度土壤有机质和全量养分列于表4和表5。从表中可知，高黎贡山土壤有机质含量高，2000m以上的土壤，心土层有机质含量仍可达7%以上，西坡含量更高，表层含量达到了30%。但随海拔高度和植被的不同，土壤有机质含量有较大差异。例如，怒江河谷的河谷稀树灌草丛褐红壤含量最低，随海拔高度升高，植被类型发生了变化，有机质含量也随之增加，到了3000m左右达最高值，往上则略有降低。总的来说，低海拔有机质合成量大，分解转化快，积累少；高海拔地区有机质合成量低，但分解转化也慢，故有机质得到较多积累。

另外，土壤表层C/N为10～15，C/N全钾随海拔高度升高而增大的趋势分别在东坡和西坡表现较明显，土壤的全氮全磷则都随土壤有机质的多少而相应地增减。

表4　东坡土壤有机质和全量养分

海拔/m	采样深度/cm	有机质/%	C/N	全氮(N)/%	全磷(P_2O_5)/%	全钾(K_2O)/%
1040	0～35	1.50	11.76	0.074	0.90	2.34
	35～110	0.52	5.48	0.055	0.02	2.80
1570	2～9	4.23	12.66	0.198	0.087	2.33
	9～44	0.93	10.18	0.053	0.040	1.35
	44～130	0.38	12.25	0.018	0.031	0.94
2230	15～38	19.41	13.45	0.837	0.293	2.15
	38～80	6.87	8.51	0.468	0.204	2.73
2540	10～27	14.78	12.18	0.704	0.192	1.04
	27～55	9.30	14.58	0.370	0.169	1.15
	55～74	1.95	10.10	0.112	0.103	2.55
	74～100	0.58	9.89	0.034	0.050	3.41
2900	13～50	2.85	13.78	0.541	0.143	3.07
	50～90	16.82	23.74	0.411	0.135	2.05
	90～110	14.32	21.08	0.394	0.127	1.38
3100	3～38	16.79	15.19	0.640	0.311	2.18

表5　西坡土壤有机质和全量养分

海拔/m	采样深度/cm	有机质/%	C/N	全氮(N)/%	全磷(P_2O_5)/%	全钾(K_2O)/%
2080	2～10	20.62	15.57	0.768	0.201	1.14
	10～30	8.77	18.04	0.282	0.093	1.80
	30～100	2.33	14.08	0.095	0.074	2.00

续表

海拔/m	采样深度/cm	有机质/%	C/N	全量(N)/%	全磷(P_2O_5)/%	全钾(K_2O)/%
2600	12～38	23.41	16.30	0.833	0.152	1.12
	38～60	6.58	14.08	0.271	0.201	1.72
	60～115	3.77	18.53	0.118	0.317	2.03
2800	9～24	22.10	10.86	1.180	0.283	1.51
	24～51	15.04	11.84	0.737	0.152	1.89
	51～103	6.93	9.95	0.404	0.172	1.92
3100	6～35	30.36	15.14	1.163	0.182	1.70
	35～64	9.77	8.05	0.704	0.230	2.02
	64～90	9.45	10.90	0.503	0.160	2.21
3560	0～40	18.12	13.47	0.780	0.328	2.44
	40～70	5.49	12.84	0.249	0.165	3.45

2.2.2 土壤交换性能

高黎贡山森林土壤的交换性能与海拔高度的相关性也较明显。从表 6 和表 7 可知，土壤 pH 值为 4.1～6.4，属弱酸性至强酸性，阳离子交换量、水解酸都随海拔高度的升高而增大，到了 3000m 以上又有所下降，交换性盐基总量也有随海拔升高而增加的趋势。土壤表层盐基饱和度变化较大（16%～80%），随海拔高度的升高而降低。这与随海拔高度升高，水分增加及 3000m 左右的云雾带有关。

表 6　西坡不同海拔高度土壤交换性能

海拔/m	采样深度/cm	pH 值	阳离子交换量	交换性盐基总量	水解酸	盐基饱和度/%
			mg/100g 土			
2080	2～10	5.7	51.6	28.1	23.5	54.46
	10～30	5.5	38.7	24.5	14.5	62.53
	30～100	5.5	25.6	16.5	9.1	64.45
2600	12～38	4.4	54.1	20.1	34.0	37.15
	38～60	5.1	38.7	25.6	13.1	66.15
	60～115	5.4	25.6	17.4	8.2	67.97
2800	9～24	5.2	56.8	32.8	24.0	57.75
	24～51	5.6	42.5	28.2	14.3	66.35
	51～103	5.7	32.8	24.0	8.8	73.17
3100	6～35	4.4	53.8	23.7	30.1	44.05
	35～64	5.4	45.5	31.5	14.0	69.23
	64～90	5.5	40.5	27.3	13.2	67.41
3560	0～40	4.7	41.8	16.9	24.9	40.43
	40～70	5.1	43.3	27.3	16.0	63.05

表 7　东坡不同海拔高度土壤交换性能

海拔 /m	采样深度 /cm	pH 值	阳离子交换量	交换性盐基总量	水解酸	盐基饱和度 /%
			mg/100g 土			
1040	0～35	6.3	11.3	7.8	3.5	69.03
	35～110	5.4	18.4	8.8	9.6	47.83
1570	2～9	5.5	16.1	9.3	6.8	57.76
	9～44	5.7	17.7	12.2	5.5	68.93
	44～130	6.2	10.1	7.9	2.2	78.22
2230	15～38	6.4	53.4	43.6	9.8	81.17
	38～80	6.1	32.2	22.3	9.9	69.26
2540	10～27	5.0	54.5	24.9	29.6	45.69
	27～55	5.6	41.4	27.3	14.1	65.94
	55～74	5.5	17.4	11.0	6.4	63.22
	74～100	5.7	7.9	4.4	3.5	55.70
2900	13～50	4.1	31.8	5.3	26.5	16.67
	50～90	5.2	58.3	33.9	24.4	58.15
	90～110	5.2	69.9	51.3	18.6	73.39
3100	3～38	5.1	27.8	8.1	19.7	29.14

3　土壤垂直带谱

如上所述，高黎贡山从山麓到山顶，随海拔高度的升高，温度逐渐降低，降水和空气湿度不断增加，生物气候的垂直分异明显，土壤的厚度、土壤颜色、土壤水分及物理性质、土壤机械组成、土壤有机质和全量养分、土壤交换性能等土壤发生特征发生了垂直变化。根据土壤发生特征的垂直变化规律、植被类型的变化及气候垂直变化规律等，初步将高黎贡山土壤分成 7 个带（图 1）。

由于怒江的切割较深，高黎贡山东坡高差大，土壤垂直带谱较完整，从怒江河谷到山顶分布着相当于中亚热带到寒温带的土壤类型。在泸水县境内中部，高黎贡山东坡（跃进桥—片马风雪丫口一线）土壤垂直带谱为：云南松林、河谷稀树灌草丛的褐红壤（1500m 以下）-旱冬瓜林、高山桦林、云南松林下的黄红壤（1500～2200m）-湿性常绿阔叶林下的黄棕壤（2200～2500m）-湿性常绿阔叶林下的棕壤（2500～2800m）-箭竹林、冷衫林、铁杉林下的暗棕壤（2800～3050m）-亚高山灌丛草地下的亚高山草甸土（3050～3600m）-岩石裸露地（3600m 以上）。西坡从片马至听命湖一线的垂直带谱为：旱冬瓜林、华山松林、云南松林的黄壤（1740～2100m）-湿性常绿阔叶林下的黄棕壤（2100～2600m）-湿性常绿阔叶林下的棕壤（2600～2900m）-箭竹林、杜鹃林、铁杉林下的暗棕壤（2900～3100m）-亚高山灌丛草地的亚高草甸土（3100～3600m）-岩石裸露地（3600m 以上）。

高黎贡山呈南北走向，阻挡了西南季风的东进，使得同一海拔地区东西坡水热条件明显不同，土壤形成发展及各发生特征也有一定差异，表现为西坡迎风面湿性常绿阔叶

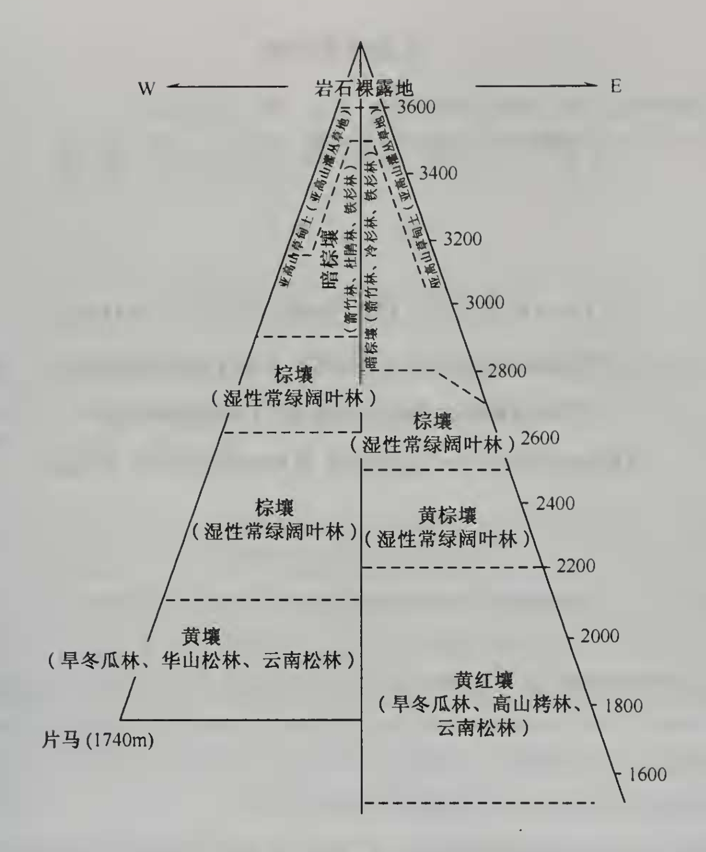


图 1　高黎贡山土壤垂直分布示意图

林分布带幅较宽，土壤形成有黄化现象，分存有黄壤、黄棕壤，棕壤分存的范围比东坡大。这说明高黎贡山土壤垂直分异除受生物气候的垂直变化影响外，还受到地形地貌和大气环流的影响。

另外，垂直带谱是在水平地带谱的基础上发展起来的，其形成主要决定于山地小气候及相应的自然条件，它对应于水平地带谱。但是由于高黎贡山水热条件、植物群落、地形及母质等的影响。其垂直带谱的土壤的分布并不完全等于水平带上的土壤分布的排列顺序，土壤形态特征、理化性质也有一定的差异。

4　结语

高黎贡山自然条件复杂多样，生物气候垂直分异明显，是土壤垂直地带谱较完整的一座山地，由于地形和大气环流的影响，山体东西坡土壤分布不同，同时垂直地带谱的土壤分布排列与水平地带谱的也有区别。但是，由于对高黎贡山森林土壤及其垂直分布规律研究不多，加之从山麓到山顶不论是自然成土条件或是土壤属性都是逐渐发生变化的，没有明显界线存在，除海拔高度相差较大的地段，如怒江河谷和山顶的土壤具有明显不同外，其中间地段的垂直方向上往往具有过渡性，在目前缺乏明确山地土壤分类具体指标的情况下，对土壤类型划分及垂直带谱的划分，难免存在主观性和片面性。本文只是初步讨论研究的结果，对高黎贡山土壤分布规律更具体、更深入的研究有待以后进行。

主要参考文献

梵净山科学考察集编委员会. 1982. 梵净山科学考察集. 贵阳：贵州人民出版社

中国科学院南京土壤所. 1980. 中国土壤. 北京：科学出版社

A Preliminary Discussion on Vertical Differentiation about Forest Soil in Northern Section of Gaoligong Mountains—Natural Reservation Zone

WANG Jin-liang

(Geography Department Yunnan Normal Univesity)

Abstract By making use of the physical chemical data of analysis, from the formed features, the paper discusses the vertical differentiation about forest soil in northern section of Gaoligong Mountain—a natural reservation zone. The soil vertical variation and vertical distrbution rules are also discussed here.

Key words Formed features, Forest soil, Vertical Variation

高黎贡山南段森林土壤肥力特征*

王 金 亮

（云南师范大学资源环境与地理学系）

摘　要　本文对滇西高黎贡山南段不同海拔植被下发育的森林土壤的理化性质进行了研究．结果表明，高黎贡山南段森林土壤肥力水平高，且垂直变化十分明显。

关键词　肥力特征．森林土壤

高黎贡山位于云南省西部，为横断山系的组成部分。呈南北走向，海拔高差大，天然森林面积广大，覆盖率达 87.4%，自然条件复杂多样，发育了多种不同的森林土壤类型，且具有十分明显的垂直地带性。弄清楚森林土壤的肥力状况，在理论上和实践上都具有一定的意义。本文通过对高黎贡山南段东西坡不同海拔不同植被条件下发育的森林土壤的养分状况、交换性能、机械组成、水分及物理性质等进行研究分析，重点阐明森林土壤的肥力特点。

1　自然条件

高黎贡山属横断山的西支山地，东西狭窄，由北向南倾斜延伸，是怒江与恩梅开江的分水岭，最高点为泸水县北部的丫扁山，海拔 4161.6m，最低点为保山县怒江河谷，海拔 640m，相对高差 3700 多米。山体高峻，除一些谷地缓坡地稍平缓外，大部分地区坡度在 35°～40°以上，岩石由片麻岩、片岩、报岩、千枚岩为主的变质岩系以及印支燕山晚期到喜马拉雅早期的花岗岩组成。成土母质为上述岩石风化形成的坡积物及残积物。

高黎贡山处于我国亚热带西部季风区，具有中亚热带季风气候特征，由于山体相对高差大，东西狭窄，坡度大，限制了水热条件的水平分异而为水分和热量的垂直分异提供了空间条件，随山体海拔高度的升高，湿度增大，气温降低，从山麓到山顶形成了 6 个气候带（南亚热带、中亚热带、北亚热带、暖温带、中温带及寒温带），具有明显的立体气候。另外，由于高大山体阻挡了西南季风的东进，山地东西坡气候有一定差异，在同一海拔地区，东坡偏干暖而西坡偏冷湿。

高黎贡山天然森林植被保存较好，除山体下部局部地区受到人为活动影响，遭受不同程度的破坏外，绝大部分地区处于原生状态，森林覆盖率高，随海拔的升高，从怒江河谷到山顶依次出现了河谷稀树灌草丛、云南松旱冬瓜林、季风常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、铁杉和冷杉林、杜鹃林和箭竹林、亚高山草甸等多种植物类型，并以中山湿性常绿阔叶林面积最大。

---

* 本文 1994 年发表于《云南师范大学学报》，14(4)：95～101。

2 研究方法

2.1 土壤样品的采集

土壤样品的采集工作是 1989 年至 1990 年对高黎贡山自然保护区综合考察时进行的，为期 3 个月，在北部的六库跃进桥—片马丫口—片马、漫音—小黄沟—马面关及保山县（现为保山市）腾冲县的坝湾—大蒿坪—龙川江、艺宽—百花岭—界头等横穿高黎贡山各设置土壤调查路线一条。调查路线与植被调查路线一致，按植被类型、海拔、土壤类型的不同分别挖掘土壤剖面取样，同时测定土壤的部分物理量，采样深度按土壤发生层依次进行，共挖掘主要土壤剖面 46 个，取样 134 个，通过室内评比，选取典型剖面 18 个、分析样 47 个进行化验分析（典型剖面情况见表 1）。

表 1　土壤剖面点

剖面编号	采样地点	土壤名称	海拔/m	植被类型	母质
9013	保山百花岭	褐红壤	1250	次主栎类杂灌木林	石灰岩坡积扬
8931	泸水岭岗寨	黄红壤	1570	云南松高山栲林	白岗谷岩坡积扬
8919	泸水片马	黄壤	2080	云南松旱冬瓜林	花岗岩残积扬
9002	保山大蒿坪	黄棕壤	2320	中山湿性常绿阔叶林	片麻岩残扬
8929	泸水片马后山	棕壤	2800	中山湿性常绿阔叶林	花岗岩坡积扬
8926	泸水片马后山	暗棕壤	3100	云龙箭竹林	花岗岩坡积扬
8928	泸水听命湖	亚高山草甸土	3560	亚高山草甸	花岗岩残积扬

2.2 分析方法

土壤物理化学性质分析方法依据中国科学院南京土壤研究所编的《土壤理化分析》进行：机械组成用比重计法；容重、毛管孔隙度用环力法；pH 值用电位法；有机质用重铬酸钾法；全氮用硒粉、硫酸铜、硫酸消化法；全磷用氢氧化钠碱熔、钼锑抗比色法；全钾用氢氧化钠碱熔、火焰光度计法；水解性氮用扩散吸收法；速效磷用盐酸-氟化铵法；速效钾用火焰光度计法；水解酸用醋酸钠水解-中和滴定法；阳离子交换量用醋酸铵法。土壤总孔隙度由经验公式 $P\%=93.947\sim132.995d$（d 为容重）计算而得。

3 结果与讨论

3.1 土壤养分丰富

表 2 结果表明，高黎贡山南段森林土壤养分含量丰富，尤其是有机质及氮素远高于哀牢山及中国东部水平地带上的同类土壤，表层有相质 18.5～ 303.6g/kg，心土层 9.3～150.4g/kg，底土层都达到 3.8～69.3g/kg，表层全氮 1.20～ 11.80g/kg，且其含量随土层深度向下逐渐减小；土壤的全磷、水解氮、全钾、速效钾含量都较丰富，除全钾属淋溶型外，其他都属富集型，在土体中的分布有随土层深度向下含量减少的趋势，

但土壤速效磷较少，主要是由于高黎贡山与哀牢山相比，植被覆盖度高，有机质合成最大归还土壤多，而纬度较高、气温较低，土壤有机质的矿质化作用较弱，反映出山地土壤的特点。

表 2　高黎贡山南段森林土壤养分

剖面号	采样深度 /cm	有机质 /(g/kg)	全氮 /(g/kg)	全磷 /(g/kg)	全钾 /(g/kg)	水解氮 /(mg/kg)	速效磷 /(mg/kg)	速效钾 /(mg/kg)	C/N
9013	0～17	18.5	1.20	1.45	32.7	82.8	2.1	116.8	8.94
	17～70	15.5	0.89	0.97	35.0	44.2	0.7	57.0	10.10
	70～140	14.9	0.92	0.75	36.7	39.2	痕量	60.0	9.39
8931	2～9	42.3	1.98	0.87	23.3		2.1	164.0	12.66
	9～44	9.3	0.53	0.40	13.5	95.7	0.4	32.0	10.18
	44～130	3.8	0.18	0.31	9.4	28.3	1.2	1.3	12.0
8919	2～10	206.2	7.62	2.01	11.4	274.0	1.3	460.0	15.57
	10～30	87.7	2.82	0.93	18.0	149.1	1.6	162.0	18.04
	30～110	23.3	0.95	0.74	20.0	50.0	痕量	78.0	14.23
9002	6～24	133.2	6.46	1.92	22.4	390.0	痕量	82.1	11.96
	24～42	67.2	2.71	1.18	22.1	223.8	痕量	39.5	14.38
	42～80	57.2	2.36	1.15	25.2	191.5	痕量	28.8	14.06
	80～100	13.2	0.52	0.57	30.3	51.9	痕量	28.0	14.72
8929	9～24	221.0	11.80	2.83	15.1	311.3	2.6	186.0	10.86
	25～51	150.4	7.37	1.52	18.9	212.5	0.6	94.0	11.84
	51～103	69.3	4.04	1.72	19.2	128.2	2.3	61.0	9.95
8926	6～35	303.6	11.63	1.82	17.0	493.3	1.4	270.0	15.14
	35～64	97.7	7.04	2.30	20.2	169.2	2.6	51.0	8.05
	64～90	94.5	5.03	1.60	22.1	99.2	1.7	61.0	10.90
8928	0～40	181.2	7.80	3.28	24.4	342.9	0.9	149.0	13.47
	40～70	54.9	2.48	1.65	34.5	147.6	4.6	116.0	12.84

对土壤有机质、速效磷、速效钾含量的综合评价值（三者乘积的立方根值），基本可以说明土壤肥力水平的高低，从评价值来看，土壤表层肥力水平较高而下部土体肥力降低，最高为暗棕壤，其次为棕壤，最低为褐红壤，且具有随海拔高度升高而增加的变化规律。

3.2　土壤呈酸性反应，供肥保肥能力强

从表 3 可知，高黎贡山南段森林土壤呈酸性反应，表土层水解酸 4.2～30.1cmol/kg，除褐红土壤和黄红壤外，其他都在 20cmol/kg 以上，表土层 pH 值 4.5～5.51，母质层 pH 值在 5.5 左右，说明由酸母岩发育的土壤对植被的酸性淋溶反映更明显。其中，箭竹林下发育的暗棕壤酸性最强，表层 pH 值 4.4，水解酸 30.1cmol/kg；河谷次主栎类

杂灌木林下的褐红壤酸性最弱，表土层 pH 值 5.4，水解酸 4.2cmol/kg。从盐基饱和度来看，除黄红壤和棕壤的底土层大于 70%外，其他大多在 40%～60%，属于盐基不饱和度土壤，这说明土壤的淋溶作用较强，盐基损失较多，但土壤的阳离子交换盘（CEC）较高，除褐红壤和黄红壤较低外，其他土壤都在 40～55cmol/kg，说明土壤具有较强的供肥保肥能力。

表 3　高黎贡山南段森林土壤的交换性能

剖面号	采样深度 /cm	pH 值	CEC	盐基总量	水解酸	盐基饱和度 /%
			cmol/kg			
9013	0～17	5.4	9.1	4.9	4.2	53.85
	17～70	4.9	9.2	2.3	6.9	25.00
	70～140	6.8	13.3			
8931	2～9	5.5	16.1	9.3	6.8	57.76
	9～44	5.7	17.7	12.2	5.5	68.93
	44～130	6.2	10.1	7.9	2.2	78.22
8919	2～10	5.7	51.6	28.1	23.5	54.46
	10～30	5.5	38.6	24.2	14.5	62.53
	30～110	5.5	25.6	16.5	9.1	64.45
9002	6～24	4.9	33.9	13.1	20.8	38.64
	24～42	5.0	21.5	5.2	16.3	24.18
	42～80	4.8	21.3	5.6	15.7	26.29
	80～100	5.0	8.1	2.7	5.4	33.33
8929	9～24	5.2	56.8	32.8	24.0	57.75
	24～51	5.6	42.5	28.2	14.3	66.35
	51～103	5.7	32.8	24.0	8.8	73.71
8926	6～35	4.4	53.8	23.7	30.1	44.05
	35～64	5.4	45.5	31.5	14.0	69.23
	64～90	5.5	40.5	27.3	13.2	67.41
8928	0～40	4.7	41.8	16.9	24.9	40.43
	40～70	5.1	43.3	27.3	16.0	63.05

3.3　土壤的物理性状较好

高黎贡山南段森林土壤的机械组成中，砂粒、粉砂粒、黏粒含量适中，土壤较疏松，质地为壤土组，且随海拔高度的升高，砂粒含量增加，黏粒含量减少，质地变轻，这反映了粗结晶的花岗岩及片麻岩坡积物母质对土壤有深刻影响，也说明山体高气温低，矿物质化学风化作用较弱而形成的细小颗粒物质在重力及坡面水流的作用下向低海拔地区移动（表 4）。

表 4　高黎贡山南段森林土壤机械组成　　（粒径单位：mm）

剖面号	采样深度 /cm	各粒级颗粒含量百分数							质地名称（中国制）
		>1	1～0.25	0.25～0.05	0.05～0.01	0.01～0.005	0.005～0.001	<0.001	
9013	0～17	8.14	6.27	6.44	20.81	15.33	31.38	19.77	少砾质黏壤土
	17～70	12.93	4.12	15.65	20.47	7.60	28.29	23.87	多砾质黏壤土
	70～140	25.46	6.33	3.43	9.76	13.37	32.82	29.28	多砾质黏壤土
8931	2～9	6.33	16.55	31.44	23.12	7.08	10.21	11.60	少砾质粉壤土
	9～44	4.16	8.48	15.54	32.40	10.33	10.80	22.45	少砾质粉壤土
	44～130	1.12	5.79	28.89	40.35	9.30	8.20	7.47	少砾质砂粉土
8919	2～10	11.56	16.33	15.26	35.44	8.04	15.23	9.70	多砾质粉壤土
	10～30	14.08	15.95	21.07	26.12	9.02	12.57	15.27	多砾质粉壤土
	30～110	11.34	18.50	3.19	22.56	10.45	26.52	18.18	多砾质粉壤土
9002	6～24	1.34	6.18	14.69	51.88	8.77	10.03	8.45	少砾质砂粉土
	24～42	1.63	10.06	11.54	38.41	11.41	16.97	11.61	少砾质粉壤土
	42～80	1.32	8.86	13.50	36.03	11.01	17.40	13.20	少砾质粉壤土
	80～100	1.84	14.89	19.21	30.01	9.23	15.80	10.86	少砾质粉壤土
8929	9～24	10.09	8.27	34.38	36.22	5.24	8.23	7.66	多砾质粉壤土
	24～51	11.16	30.79	17.60	23.79	5.60	9.29	12.93	多砾质粉壤土
	51～103	18.04	35.90	18.47	19.02	5.42	10.42	10.77	多砾质面砂土
8926	35～64		39.30	24.49	20.16	3.74	4.75	7.56	细砂土
	64～90		32.75	20.87	25.08	4.74	6.87	9.69	面砂土
8928	0～40	5.63	7.73	6.77	50.22	10.10	12.09	13.09	少砾质粉壤土
	40～70	6.59	11.52	7.23	32.40	13.25	21.67	13.93	多砾质粉壤土

土壤容重 0.47～1.41g/cm^3，总孔隙度容积 47.4%～78.0%，土壤通气度容积 6.2%～36.2%，但土壤非毛管孔隙度较小而毛管孔隙度较大，非毛管孔隙仅占总孔隙的14%～22%，暗棕壤和亚高山草甸土只占 7%。土壤水分含量较高，保水性较好，土壤三相比（土∶水∶气）较适中，介于 1∶0.4∶0.5 和 1∶2.3∶1.2 之间。总之，土壤物理性质好，且随海拔高度的增加越来越好（表 5）。

表 5　高黎贡山南段森林土壤水分及物理性质平均值

剖面号	采样深度 /cm	吸湿水 /%	自然含水量/%	容重 /(g/cm)	总孔隙度容积/%	非毛管孔隙度容积/%	毛管孔隙度容积/%	通气度容度/%	三相比（土∶水∶气）
9013	0～140	2.94	14.85	1.41	47.4	7.4	40.0	26.5	1∶0.4∶0.5
8931	2～130	3.86	27.20	1.33	50.1	7.0	43.1	36.2	1∶0.3∶0.7
9002	6～100	4.49	44.97	0.74	69.5	14.8	54.7	36.2	1∶1.1∶1.2
8929	9～103	6.89	67.55	0.70	70.8	15.8	55.0	23.5	1∶1.6∶0.8
8926	0～90	6.52	109.78	0.47	78.0	5.0	73.0	26.8	1∶2.3∶1.2
8928	0～70	7.96	106.36	0.63	73.2	5.7	67.5	6.2	1∶2.5∶0.2

3.4 不同海拔植被条件下土壤的营养物质有较大差异

高黎贡山南段东坡海拔 1000～1300m 地带的褐红壤发育于次生栎类杂灌木林下，这里植被覆盖率低，有机物质归还土壤少，而气温较高，有机质分解速度较快，因而土壤有机质、全氮、水解氮、全磷等营养物质是最低的，仅高于河谷稀树灌草丛下的燥红土。有机质含量 14.9～18.5g/kg，由于土层较厚，随土层向下含量减少较缓慢；全氮 0.92～1.20g/kg，全磷 0.75～1.45g/kg，水解氮 39.3～82.8mg/kg，速效磷 0.7～2.1mg/kg，都随土层深度向下含量减少。但是全钾 32.7～36.7g/ kg 是最高的，在土体中的分布也正好与其他物质相反，随土层深度向下含量增加。

暗棕壤分布于海拔 3000～3200m，植被为云龙箭竹林，这里土壤水分充足，云龙箭竹生长茂盛，有机物质合成量大而海拔高气温低，有机质矿质化作用弱，因而土壤有机质、全氮及水解氮在各土层的含量都是最高的，有机质 94.5～303.6g/kg，全氮5.03～11.63g / kg，水解氮 99.2～493.3mg/kg，钾素和磷素的含量仅低于棕壤，且所有营养物质都随土层深度向下而减少。

棕壤分布于 2700～3000m，植被为中山湿性常绿阔叶林。中山湿性常绿阔叶林是高黎贡山分布面积最大的植被类型，群落结构较复杂，郁闭度大，每年有大量有机特质归还到土壤中（每公顷凋落物为 37.97t），土壤养分物质含量较丰富，有机质达 69.3～221.0g/kg，全氮 4.04～11.80g/kg，水解氮 128.2～311.3mg/kg，仅低于暗棕壤；全磷 1.72～2.83g/kg 是高黎贡山森林土壤中最高的，其他几种养分也高于暗棕壤。

黄红壤、黄壤和黄棕壤的营养物质介于褐红壤与暗棕壤和棕壤之间，除全钾外，其他营养物质的含量随土层深度向下而减小。总的来说，各类型土壤营养物质含量有明显差异，其大小顺序是棕壤＞暗棕壤＞黄棕壤＞黄壤＞黄红壤＞褐红壤＞燥红土。

3.5 各种土壤中物质迁移转化强度不同

土壤矿物质风化分解的强弱可由硅铝铁率来说明；也可由土层中＜ 0.001mm 黏粒含量的多少来说明，黏粒含量高说明土壤矿物质分解强。以各土壤类型整个土体黏粒含量的平均值来看，高黎贡山森林土壤黏粒含量较低，土壤矿物质分解作用较弱，但不同的土壤有一定的差异，山体下部热量条件较好的褐红壤黏粒含量最高，海拔较高的暗棕壤最低，其大小顺序是：褐红壤（20.08％）＞黄壤（16.97％）＞亚高山草甸土（13.45％）＞黄红壤（11.79％）＞黄棕壤（11.49％）＞棕壤（10.76％）＞暗棕壤（5.63％），这说明土壤矿物质的风化分解过程与热量条件有密切关系，随海拔高度的升高、温度降低、矿物质解离度降低，形成的黏粒减少。其中亚高山草甸土例外，它的黏粒含量高于黄红壤、黄棕壤、棕壤和暗棕壤，主要原因是亚高山草甸土分布于山脊附近，地形平缓坡度小，土壤母质为花岗岩长期风化形成的残积物，风化时间长，形成的黏粒大多滞留原地，很少被坡面水流带走，这反映了地形坡度对土壤中物质迁移转化的明显影响。从黏粒在土体中的垂直分布来看，都是上层较少下层较多，说明土壤黏粒都有下移现象，以褐红壤和黄壤最为明显。

从土壤有机质层的厚度（凋落物层与腐殖质层厚度之和）来看，除亚高山草甸土（40cm）外，暗棕壤最厚为 29cm，棕壤、黄棕壤为 15cm，黄红壤、黄壤分别为 7cm 和

8cm，具有随海拔高度的升高而增厚的趋势。表土层的 C/N 以褐红壤最低（8.94），说明褐红壤由于海拔低，热量条件好，土壤有机质分解速度最快，因而土壤有机质及氮素养分最少；而黄壤和暗棕壤表土层的 C/N 最高，分别为 15.57 和 14，前者分布于西坡，降水较丰富，土壤通气度较小，有机质矿质化作用较弱，后者由于海拔高，气温较低，有机质分解也较慢。土壤表层 C/N 大小顺序如下：黄壤（15.57）＞暗棕壤(15.14）＞亚高山草甸土（13.47）＞黄红壤（12.66）＞黄棕壤（11.96）＞棕壤（10.86）＞褐红壤（8.94）。

3.6　土壤的垂直变化十分明显

高黎贡山海拔相对高差大，随海拔高度的升高，气温逐渐降低，降水量增加，植被类型随之发生了变化，土壤性质呈现出十分明显的垂直变化规律。从土壤的物理性质来看，随海拔高度的升高，土体厚度逐渐变薄（$\Delta d/\Delta H$=3.03cm/100m），土壤质地变轻（由黏壤土→面砂土），土壤自然含水量和吸湿水量增加，土壤容重减少而土壤总孔隙度增大。从化学性质来说，随海拔高度的升高，土壤有机质、氮素及其他营养物质含量增加，土壤酸性增强，阳离子交换量增大，土壤供肥保肥能力加强。另外，随海拔高度升高，土壤矿物质分解作用变弱，土壤有机质的矿质化作用减弱。因此，从山麓到山顶土壤分异明显，依次分布有燥红土（＜1000m)、褐红壤（1000～1300m)、黄红壤（东坡1550～2000m，西坡 1400～1800m)、黄壤（西坡 1800～2200m)、黄棕壤（2200～2700m)、棕壤（2700～3000m)、暗棕壤（3000～3200m)、亚高山草甸土（3200～3600m）及裸岩地（3600m 以上）。

4　小结

高黎贡山南段森林土壤养分含量丰富，物理性状好，土壤呈酸性反应，土壤供肥保肥能力较强，总的自然肥力水平高。与哀牢山及中国水平带上同类土壤相比，高黎贡山南段森林土壤的有机质是哀牢山的 1～1.5 倍，是水平带上各同类土壤的 2～3 倍；其他矿质养分含量也较高。

海拔高度和植被类型对土壤肥力有很大影响，不同海拔高度和植被条件，土壤有机质的合成分解强度和土壤矿物质迁移转化不同，因而土壤肥力不同，高黎贡山森林土壤自然肥力水平高低顺序如下：棕壤＞暗棕壤＞黄棕壤＞黄壤＞黄红壤＞亚高山草甸土＞褐红壤。

土壤垂直变化明显。土壤理化性质随土层深度向下呈现规律性变化，土壤有机质、氮素和磷素等在土体中的分布为富集型，钾素为淋溶型；同时，随海拔高度的升高，土壤性态特征、理化性质、土壤中物质迁移转化过程等均有规律性变化，因而土壤肥力也具有明显的垂直变化。

主要参考文献

邓友军，马毅杰．1992．南京菜园土肥力特征及培肥．土壤，24(1)

王金亮．1993．高黎贡山自然保护区北段森林土壤垂直分异规律初探．云南师范大学学报（自然科学版），13(1)：83～90

中国科学院南京土壤研究所. 1980. 中国土壤. 北京：科学出版社
中国科学院南京土壤研究所. 1981. 土壤理化分析. 上海：上海科学技术出版社

The Fertility Features of the Forest Soil of the Southern of Gaoligong Mountain

WANG Jin-liang

(Department of Resources, Environment and Geography, Yunnan Normal University)

Abstract This article studies the physicochemical properties of the forest soil, under which various vegetation are developed at different altitudinal levels of the southern section of Gaoligong Mountain in the west of Yunnan Province. Consequently, this article concludes that the fertility of the forest soil of the southern section of Gaoligong Mountain is high and its vertical variation can be obviously seen.

Key words Fertility features, Forest soil

第二部分　植物研究



高黎贡山天南星科植物研究*

李 恒[1] 龙春林[1] 刀志灵[1] Greg Ruckert[2]

（1 中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204）

（2 Australian Areae Collection，Glenside 5065，South Australia）

摘 要 高黎贡山是云南与缅甸北部交界的山脉。这一地区的植物区系深受科学界的注意。由于地形险峻，自然植被保存完好，但研究得较少，高黎贡山是特有现象最丰富的地区。这里有天南星科植物 58 种，属于 11 个属，以南星属为主，含 35 种。天南星科植物中，10 种为高黎贡山所特有，6 种为分布到高黎贡山的云南特有种，7 种为分布到高黎贡山的中国特有种。植物地理学研究表明：高黎贡山的植物区系是东亚植物区系的一部分，是东喜马拉雅植物区系的起源地之一。

关键词 高黎贡山，天南星科，植物研究

分类号 Q 949

The Gaoligong Mountains are located along the border of western Yunnan Province (China)and northern Myanmar, between the Nmai Hka(Irrawaddy)and Nu(Salween) rivers . This mountain range extends from Chayu Xian(county)in Xizang province to Longlin Xian in Yunnan, approximately extending from 24°30′N to 28°40′N and from 97°40′E to 99°E. The Gaoligong Mountains is a relatively isolated mountain area. Because of the currently superficial knowledge of its flora, it is difficult to provide an accurate estimate of the species diversity in the Gaoligong Mountains.

The preliminary estimate of seed plants occurring in the region is 3836 species (excluding those species restricted to the part of the Gaoligong Mountains lying within Myanmar): 12% of this total are endemic to the Gaoligong Mountains.

The representatives of the Araceae in the flora of shows that the Gaoligong Mountains area is closely related phytogeographically with the eastern Himalaya(Nepal, Sikkim, Bhutan, Assam in north-eastern India, southern Xizang in China, and northern Myanmar). There are 21 species of Araceae that occur from the Gaoligong Mountains to the eastern Himalaya. One species, *Pinellia ternata* , occurs from Gaoligong Mountains to Korea and Japan. Three species, *Pothos chinensis* , *Rhaphidophora hongkongensis* , and *R. peepla* , are distributed from Gaoligong Mountains to Southeast Asia. *Arisaema flavum* is distributed from East Africa and Arabia to the Himalayan and Gaoligong Mountains regions; *Remusatia vivipara* occurs throughout the Old World(Africa and tropical Asia to northern Australia). *Alocasia odora* , *Pothos chinensis* , and *Rhaphi-*

* 本文 1999 年发表于《云南植物研究》，(增刊 XI)：44～54。

dophora decursiva occur from tropical Asia to the Gaoligong Mountains. However, the tropical elements and East Asian species do not occupy the main position in the present flora of our area. This does not mean that the Gaoligong Mountains flora mostly consists of Chinese and Yunnan endemic species. In Gaoligong Mountains, the Araceae is represented by 10 species whose distributions extend to southeastern Xizang, Sichuan , Guangxi, or other, more distant provinces. Thirteen species can be considered as endemic to China, of which 6 are endemic to Yunnan; a further 8 species are endemic to the Gaoligong Mountains(i. e. , China and Myanmar). These statistics show that the Gaoligong Mountains flora is a part of East Asia; the flora of the Himalayas originated from Myanmar and the Gaoligong Mountains(Li 1994).

It is a well known that the larger an area under study, the greater the number of endemic species; the more effective the barriers preventing migration into or out of an area, the greater the proportion of endemics(Johns 1995). The rivers on both sides of the Gaoligong Mountains, coupled with the great climatic difference from the northern and southern extremes towards given areas, usually provides an effective barrier to plant migration into and out of the Gaoligong Mountains. Perhaps, from the Mesozoic era, the Gaoligong Mountains gradually became geographically isolated by the raising of the Himalayas, resulting in many endemic taxa. In the Araceae, there are at least 8 species which are restricted in Yunnan Province to the Gaoligong Mountains. This figure represents almost 18% of the Araceae in the Gaoligong Mountains; much lower than in certain islands, but higher than, e. g. , the Chengling Mountains(ca. 6%) and other areas on the Asian continent. Of these 8 endemics of Gaoligong Mountains, 7 are *Arisaema* species. The genus *Arisaema* is one of the larger and least primitive genera in the Araceae.

There are altogether 59 species of Araceae, in 11 genera, in the Gaoligong Mountains area(Table 1). The ecology and distribution of these species are detailed in the following catalogue.

Table 1 Aroid species in Gaoligong Mountains(GLGS)

subfamily	genus	species in Gaoligong Mountains	species endemic to		
			China	Yunnan	Gaoligong Mountains
Pothoideae	*Pothos*	2			1
Monstereae	*Rhaphidophora*	7			
Colocasioideae	*Steudnera*	1			
	Remusatia	3			
	Colocasia	2			1
	Alocasia	1			
Aroideae	*Amorphophallus*	3		1	
	Typhonium	2		1	
	Sauromatum	2			1
	Arisaema	35	7	5	6
	Pinellia	1			
Total	11 genera	59	7	7	9

Symbols:① endemic to China;② endemic to Yunnan;③ endemic to Gaoligong Mountains area(i. e. , including parts in SE Xizang and N Myanmar).

Pothos chinensis (Raf.)Merr. var. *chinensis* Moist,dense forests in valleys, climbing on trees or creeping over rocks; below 1700m. Fugong, Gongshan, Lushui, Tengchong, also W side of Gaoligong Mountains in Myanmar [Guangdong, Guangxi, Guizhou, Hainan, Hubei, Hunan, Sichuan, Taiwan, Yunnan; Laos, Thailand, Veitnam].

Rhaphidophora Hassk.

(1) *Rhaphidophora decursiva* (Roxb.) Schott Evergreen, broad-leaved valley forests, creeping on ground, over rocks, or climbing up trees; below 2200m. Baoshan, Fugong, Gongshan Xian, Longling, Lushui, Chayu [Fujian, Guangdong, Guangxi, Guizhou, Hainan, Sichuan, Taiwan, Xizang, Yunnan; Bangladesh, Bhutan, Cambodia, NE India, Indonesia, Laos, Malaysia, Myanmar, Nepal, Sri Lanka, Thailand, Veitnam].

*** (2) *Rhaphidophora dulongensis* H. Li Epiphyte or climbing over rocks in valley forests; 1200～2500m. Dulongjiang region of Gongshan Xian. Notes: *Rhaphidophora dulongensis* is the only epiphytic, climbing, endemic aroid species in Gaoligong Mountains. It differs from *R. decursiva* in having more lateral veins on the pinnae, a smaller spadix, and a sessile stigma. Type: China. Yunnan: Gongshan Xian, Dulongjiang, 1300m, evergreen forest, on tree trunks, 20 Feb. 1990, Dulongjiang Bot. Expedition 4041 (holotype, KUN).

(3) *Rhaphidophora hongkongensis* Schott Valley forests, on trees or stone walls; 1600～2100m. Gongshan Xian[Fujian, Guangdong, Guangxi, Guizhou, Hainan, Yunnan; Indonesia (Kalimantan),Laos, Malaysia, Myanmar, Thailand, Vietnam].

(4) *Rhaphidophora hookeri* Schott Dense, evergreen forests in mountain valleys, epiphytic and climbing on large trees; 800～2200m. Gongshan Xian, Lushui [Guangdong, Guangxi, Guizhou, Sichuan, S Xizang, Yunnan; Bangladesh, Bhutan, NE India, Myanmar, Sikkim, Thailand, Vietnam].

(5) *Rhaphidophora lancifolia* Schott Evergreen forests, on large trees; 1400～2800m. Gongshan, Fugong, Tengchong [W Guangxi, Yunnan; Bangladesh, NE India].

(6) *Rhaphidophora peepla* (Roxb.)Schott Evergreen forests in valleys, on trees or rocks; 1100～2200m. Gongshan, Tengchong[Guizhou, Yunnan; Cambodia, NE India, Laos, Malaysia (to Kallimantan) Myanmar, Sikkim, Thailand].

Steudnera K. Koch

(1) *Steudnera colocasiifolia* K. Koch Dense forests, by running water; alt. 1800m. Baoshan(Baihualin W of Nu Jiang)[Guangxi, Yunnan; Laos, N Myanmar, Thailand, N Vietnam].

Remusatia Schott

(1) *Remusatia hookeriana* Schott Evergreen forests, on mossy rocks or tree stumps; 1800～2800m. Fugong, Gongshan, Lushui, also on W side of Gaoligong Mountains in Myanmar[Yunnan; Bhutan, India(Assam, Simla), Nepal, Sikkim].

(2) *Remusatia pumila* (D. Don) H. Li & A. Hay Dense, evergreen forests, on damp, mossy rocks, trees, and banks; 1450～2100m. Lushui, Tengchong[S Xizang, Yunnan; Bhutan, India (Assam, Darjeeling, Kunmam, Simla), Nepal, Sikkim, N Thailand].

(3) *Remusatia vivipara* (Lodd.)Schott Subtropical forests, epiphytic or on rocks or cliff ledges; 530～2100m. Baoshan, Tengchong[Taiwan, Xizang, Yunnan; Bangladesh, Bhutan, Cambodia, India, Indonesia, Laos, Malaysia, Myanmar, Nepal, Sikkim, Sri Lanka, Thailand, Veitnam; Africa, SW Asia, Australia].

Colocasia Schott

(1) *Colocasia esculenta* (L.) Schott 1a. var. *esculenta* Mostly cultivated. Baoshan, Fugong, Gongshan, Lushui, Tengchong [cultivated throughout China; widely cultivated in tropics and subtropics]. 1b. var. *antiquorum* (Schott) F. T. Hubb. & Rehder Wet places in forests, by water, wild or cultivated. Baoshan, Fugong, Gongshan, Lushui, Tengchong[Anhui, Fujian, Guangdong, Guangxi, Guizhou , Hainan, Hubei, Hunan, Jiangsu, Jiangxi, Sichuan, Yunnan, Zhejiang; tropical Asia].

Alocasia (Schott) G. Don

(1) *Alocasia odora* (Roxb.) K. Koch Margins of evergreen forests, valleys; 1600～1800m. Baoshan (Beihualin W of Nu Jiang) [Fujian, Guangdong, Guangxi, Guizhou, Hainan, Hunan, Jiangxi, Sichuan, Taiwan, Yunnan; Bangladesh, Bhutan, Cambodia, NE India (Assam, Simla), Indonesia, Laos, Malaysia, Myanmar, Nepal, Philippines, Sikkim, Singapore, Thailand].

Amorphophallus Blume ex Decne.

(1) *Amorphophallus kachinensis* Engl. & Gehrm. Evergreen, broad-leaved forests, on limestone rocks; 900～2400m. Baoshan, Gongshan, Lushui[Yunnan, Xizang (Medog); Laos, N Myanmar, Thailand].

(2) *Amorphophallus konjac* K. Koch Native on forest margins and thickets, also cultivated; 830～1200m. Fugong, Lushui[widely cultivated in China, Japan, and tropical Asia].

** (3) *Amorphophallus nanus* H. Li & C. L. Long Forests, thickets, usually cultivated; 930～1200m. Gongshan, Lushui [SE and W Yunnan].

Typhonium Schott

** (1) *Typhonium calcicola* C. Y. Wu Evergreen forests, grasslands, between rocks; 1600～3100m. Baoshan (Baihualin W of Nu Jiang)[Yunnan].

* (2) *Typhonium giganteum* Engl. Grasslands; below 1500m. Tengchong [Anhui, Gansu, Hebei, Henan, Jilin, Liaoning, Shanxi, Shangdong, Sichuan, Xizang, Yunnan; cultivated in Guangdong, Guangxi, Jilin].

Sauromatum Schott

*** (1) *Sauromatum gaoligongense* Z. L. Wang et H. Li, sp. nov. In GLGS: Baoshan (W of Salween, 24°56′55″N, 98°45′15″E); Longlin (Xiaoshuihe 24°49′51″N, 98°46′4″E), Broad-leaved evergreen forests; 2150～2240m. Endemic to Gaoligong Mountains.

(2) *Sauromatum venosum* (Aiton) Kunth Riverside meadows; ca. 1300m. Gongshan [Xizang, Yunnan(Kunming); Bhutan, NW India(Simla), Myanmar, Nepal, Sikkim].

Arisaema Mart.

1. Sect. Attenuata Engl.

** (1) *Arisaema inkiangense* H. Li var. *inkiangense* Dense forests; ca. 1700m. Baoshan (Beihualin on E slope of Gaoligong Mountains) [Yunnan]. Note: the species is endemic to Yunnan; the other variety, var. *maculatum* H. Li, occurs in tropical Yunnan.

** (2) *Arisaema bannaense* H. Li Dense, evergreen forests; ca. 1700m. Baoshan, also on W slope of Gaoligong Mountains in Myanmar [Yunnan].

(3) *Arisaema yunnanense* Buchet Pinus forests, mixed Pinus-Quercus forests, thickets, grassy slopes, roadsides; 1400～3200m. Fugong, Gongshan, Tengchong[W Guizhou, W Sichuan, Yunnan; Myanmar].

2. Sect. Franchetiana Engl.

* (4) *Arisaema candidissimum* W. W. Sm. Evergreen forests, valley thickets; ca. 1200m. Fugong [SW Sichuan, Xizang, NW Yunnan].

*** (5) *Arisaema bogneri* P. Boyce & H. Li. Forests, valley thickets; 1550～3280m. Gongshan, also Chayu in SE Xizang. Notes: the specimen Kingdon Ward 8299 (K) ,from SE Xizang, was determined by Murata in 1987 as *Arisaema wattii* Hook. f. (left-hand plant)and *A. asperatum* N. E. Brown, but *A. wattii* has the terminal leaflet narrowly cuneate at the base, and the appendix erect and spotted ; *A. asperatum* differs from *A. bogneri* in having the terminal leaflet obovate and the petiole, midrib and lateral veins spinescent abaxially. There are four plants in Kingdon Ward 8318(K), also from SE Xizang, which were determined by Murata as *A. asperatum*, but all these plants are

smooth, without spines, and the terminal leaflets are rhombiform, not obovate. *Arisaema bogneri* differs from *A. candidissimum* in having the spathe dark purple with whitish, longitudinal lines, and the appendix truncate at the base and distinctly stipitate.

(6) *Arisaema franchetianum* Engl. Forests, thickets, grassy slopes; 960～3000m. Gongshan, also Chayu in SE Xizang[Guangxi, Guizhou, Sichuan, Xizang, Yunnan; N Myanmar].

3. Sect. Trisecta Schott

(7) *Arisaema speciosum* (Wall.) Mart. *Tsuga* forests, broad-leaved forests; 2000～2700m. Fugong, Gongshan, Lushui, Tengchong [S Xizang, W Yunnan; Bhutan, NE India, Nepal, Sikkim].

*** (8) *Arisaema dulongense* H. Li Margins of evergreen forests, valley thickets; 1400～1700m. Baoshan, Gongshan, also Uring Bum area in N Myanmar. Plate I: 6～8. Note: *Arisaema dulongense* differs from *A. dahaiense* H. Li (from NE Yunnan) in having unisexual spadix, male spadix without any ovaries, spathe limb oblong in outline, apex abrupt acuminate with acumen 2.5～5cm long, leaflets with green margins and geographical distribution in west slope of Gaoligong Mountains, i. e. NW Yunnan (Gongshan Xian, Dulongjiang)and N Myanmar(N Triangle, Wing Bum, above Ahkai, Kingdon Ward 20281, Kew). This species can be from evergreen forest margins, by river, alt. lower than 1400～1500m, flowering in March-April. Tupe Dulongjiang Bot. Expediton 4819 (male, KUN), 5111 (female , KUN), 4380, 4754, 5110, 5150, 6633, 6873, but both *A. dulongense* and *A. dahaiense* have robust cylindric, horizontal rhizomes.

*** (9)*Arisaema pianmaense* H. Li Mixed forests, forest margins, thickets, valleys; ca. 2700m. Lushui, Tengchong. *Arisaema pianmaense* can be easily distinguished from other species of Sect. Trisecta in having leaflets densely covered by fleshy pellicles and sparsely golden scales abaxially.

(10) *Arisaema utile* Hook. f. ex Schott *Abies*, *Rhododendron*, or *Tsuga* forests, thickets, grasslands; 2800～4000m. Fugong, Tengchong [S Xizang, W Yunnan; Bhutan, NW India, Myanmar, Nepal, Kashmir, Sikkim].

(11) *Arisaema tengtsungense* H. Li W Yunnan; N Myanmar. This species is similar to *A. utile* and *A. vexillatum* because three species share some aspects such as trifoliolate leaves, globose tubers, small plants, acuminate leaves, flagelliform apendix, but *A. tengtsungense* can be distinghushed from the and all other species in Sect. Trisecta in having trilobed spathe limb. (11)a. var. *tengtsungense* Forests, bamboo forests; 2600～3250m. Lushui, Tengchong [W Yunnan(Jingdong Xian); N Myanmar]. The Jingdong population is outside the Gaoligong Mountains area, east of the Nu Jiang (Salween River). *** (11)b. var. *pentaphyllum* H. Li, var. nov. TYPE : China. Yunnan: Tengchong, Jul. 1963, J. S. Yang & X. N. Wang 1539 (holotype, KUN). A var. *tengtsungense* recedit foliis 5-sectis. This plant is similar to var. tengtsungense because they

share all aspects such as subglobose tuber, single trilobed spathe-limb and flagelliform appendix, but it can be distinguished by 5-foliolate leaf blade.

(12) *Arisaema intermedium* Blume Thickets, grasslands; 2000～3400m. Gongshan, Lushui [S Xizang, W Yunnan; India (Darjeeling, Kumaon, Simla) Kashmir, Nepal].

(13) *Arisaema propinquum* Schott *Tsuga* forests, wet meadows, grassy slops; 2500～3100m. Chayu in Xizang [S Xizang; Bhutan, India (Bashahr, Chamba, Punjab to Darjeeling), Nepal, Pakistan].

(14) *Arisaema galeatum* N. E. Br. Forests, grasslands; 2100～2900m. Gongshan (E slope of Gaoligong Mountains), Chayu in Xizang [Bhutan, NE India (Darjeeling), Myanmar, Sikkim]. Not previously recorded for China.

** (15) *Arisaema dahaiense* H. Li. Endemic to Yunnan: Lushui(Pianma).

* (16) *Arisaema handelii* Stapf ex Hand.-Mazz. Broad-leaved forests, *Picea* forests; 2800～3500m. Chayu in Xizang [SE Xizang, NE Yunnan].

* (17) *Arisaema wilsonii* Engl. Forest margins, broad-leaved forests, grassy slopes; 1900～3200m. Baoshan(Baihualing), Chayu in Xizang[Gansu, Sichuan, Xizang, Yunnan].

(18) *Arisaema elephas* Buchet Bamboo forests, coniferous forests, meadows, usually among mossy rocks; 1800～4000m. Gongshan, W Tengchong, Chayu (Zawalong) in Xizang, also W slope of Gaoligong Mountains in N Myanmar [Gansu, Guizhou, Sichuan, Xizang, Yunnan; Bhutan].

(19) *Arisaema wattii* Hook. f. Forests on slopes, thickets, valleys; 1300～2600m. Gongshan, Lushui, Tengchong, Chayu in Xizang, also W slope of Gaoligong Mountains in N Myanmar[Xizang (Medog), Yunnan; India (Assam, Manipur)].

*** (20) *Arisaema burmaense* P. Boyce & H. Li, sp. nov. TYPE: Myanmar. Wing Bum: above Ahbai, 2950m, 14 May 1953, Kingdon Ward 20841(holotype, BM; isotype BM). Species nova *Arisaema lobato* Engler proximased differt: ① spathe viride vel brunnea pallide vittata; ② synandrio stipitato thecis rimulis in unam hippocrepicam confluentibus dehiscentibus; ③ folii foliolis lateralibus petioluo instructis; a Sectionis Trisectae speciebus spadicis appendice erecta, 4.5～7cm longa, stipite 7mm longa suffulta basi truncata differt. Open grassy areas, bamboo slopes, or scattered openings in mixed forests; 2350～2950m . Lushui (Pianma), also Wing Bum Province in N Myanmar. Tuber unknown. Petiole 60～76cm long. Leaf blade trifoliolate, leaflets subcoriaceous, petiolulate, margins sparsely dentate; terminal leaflet rhombic-elliptic, apex acute and custpitae, base cuneate, 24cm×16cm, petiolute 1cm long; lateral leaflets obliquely ovate, base cuneate at inner side, rounded at outer side, 21cm×12cm. Spathe green or brown with white stripes, 15～21cm long, tube cylindric (5～8)cm×(1.7～2.6)cm, throat margins narrowly recurved, not auriculate; limb oblong-ovate, to base constricted, rounded at apex with an acuminate tail 2～5cm long, (9～13)cm(excl. tail)

×(6～11)cm. Spadix unisexual. Male spadix: male portion cylindric, 4.5cm×1.2cm, synandria lax, anthers stipilate dehiscing by horseshor-shaped slit. Appendix cylindric, erect 4.5～7cm long, 5～7mm thick, apex obtuse, base truncate and stipitae, stipe 7mm long. Fl. May. Notes. Type Kingdon-Ward 20841 was named by J. Murata as *A. asperatum* but it can be distinguished from latter in having smooth petiole and peduncle, larger rhombic-elliptic terminal leaflet to 23cm×16cm with petiolute 1cm long and erect cylindric spadix. Its male flower with anthers dehisting by union horseshoe-shaped slit represent the one of the biological characters in Section Trisecta but the shorter erect cylindric appendix with truncate and stipitata base mean a species in range Section Pistillata. However *Arisaema burmaense* is a markable species between Sect. Trisecta and Sect. Pistillata.

* (21) *Arisaema lobatum* Engl. Forests, thickets, grassy slopes; alt. 3300m. Chayu in Xizang[Anhui, Gansu, Guangxi, Guizhou, Hebei, Henan, Hunan, Jiangxi, Shanxi, Sichuan, Yunnan, Xizang].

*** * (22) *Arisaema pangii* H. Li Thickets on slopes; alt. 2600m. Gongshan. Plate I: 11; *Arisaema pangii* is similar to *A. lobatum*, but it can be distinguish from *A. lobatum* in having 5-foliolate leaf, subsessile terminal leaflet and flowering before leaves and spathe marked by densely dark purple or violet spots and striae. The species also similar to *A. wattii*, but differs from later in having 5 leaflets, appendix not truncate at base and flowering before leaves. It is known only from type, Dulongjiang Bot. Expedition 4995 (KUN), W Gaoligong Mountains: Gongshan Xian, Dulongjiang, evergreen forest, by river, forest margin, alt. 2600m. Growing tuber from type specimen 1991 in Dulongjiang, after flowering, leaves two, leaflets 5; the tuber from the same plant, moved in Kunming, emeged a male plant with an inflorescence with trifoliolate leaves and disappeared in next year.

4. Sect. Tortuosa Engl.

* (23) *Arisaema auriculatum* Buchet Mixed forests, *Picea-Abies* forests; 2300～3100m. Fugong, Gongshan, Lushui[NW Hunan, Sichuan, Yunnan].

* (24) *Arisaema saxatile* Buchet Forest margins, riversides, grassy slopes; 1800～2400m. Baoshan(Beihualing), Gongshan [Sichuan (Muli), W Yunnan].

5. Sect. Dochafa(Schott) Hara

(25) *Arisaema flavum* (Forssk.) Schott Forests, thickets, rocky slopes, croplands, field sides; 2100～4400m. Chayu in Xizang [Sichuan, Xizang, Yunnan; Afghanistan, Bhutan, NW and SE India, Kashmir, Nepal, Sikkim; E Africa (Ethiopia), SW Asia(Oman, Saudi Arabia)]. Fig. 1.

6. Sect. Flagellarisaema (Nakai) Hara

** (26) *Arisaema aridum* H. Li Dense forests, *Pinus* forests, evegreen forest margins, riverside thickets; 1600～2500m. Gongshan, Lushui [NW Yunnan].

7. Sect. Decipientia Engl.



Fig. 1 Distribution of *Arisaema flavum* (Forsskaol) Schott ended in N Gaoligong Mountains

(27) *Arisaema decipiens* Schott Evergreen forests, forest margins, roadsides in forest, bamboo thickets; 1100～3400m. Baoshan, Fugong, Gongshan, Lushui, Tengchong, Chayu in Xizang [Xizang, Yunnan; NE India (Assam), N Myanmar].

* (28) *Arisaema rhizomatum* C. E. C. Fisch. Evergreen forests, mossy forests, bamboo thickets, grasslands; 1200～2700m. Baoshan (Beihualing), Gongshan, Longling, Tengchong, Chayu in Xizang [Guangxi, Guizhou, Hunan, Sichuan, SE Xizang, Yunnan].

8. Sect. Arisaema

(29) *Arisaema nepenthoides* (Wall.) Mart. *Tsuga* or *Quercus* forests, margins of and banks in forests; 200～3600m. Gongshan, Lushui, Chayu in Xizang, also W slope of Gaoligong Mountains in N Myanmar (26°35′N, 98°38′E) [S Xizang, Yunnan; Bhutan, NE India (Darjeeling), N Myanmar, Nepal, Sikkim].

9. Sect. Tenuipistillata Engl.

(30) *Arisaema jacquemontii* Blume Coniferous forests, open, grassy places in forests, *Rhododendron* or *Juniperus* thickets; 3000～3500m. Chayu in Xizang (28°21′N, 96°37′E) [S Xizang; Bangladesh, Bhutan, NW to NE India, Nepal, Kashmir, Sikkim].

10. Sect. Sinarisaema Nakai

(31) *Arisaema echinatum* (Wall.) Schott Forest slopes; 1700～3000m. Baoshan (Baohualing), Chayu in Xizang [Yunnan, Xizang; Bhutan, Nepal, Sikkim].

(32) *Arisaema concinum* Schott *Pinus* forests, broad-leaved and coniferous mixed

forests; 1840 ~ 2400m. Gongshan, Chayu in Xizang, also W slope of Gaoligong Mountains in N Myanmar[Gansu, Sichuan, S Xizang, Yunnan; Bhutan, N and N E India, Myanmar, Nepal, Sikkim].

(33) *Arisaema consanguineum* Schott Riverside thickets; ca. 1550m. Gongshan [Anhui, Fujian, Gansu, Guangdong, Guangxi, Guizhou, Hebei, Henan, Hubei, Hunan, Jiangxi, Shandong, Shanxi, Sichuan, Taiwan, Yunnan, Zhejiang; Bhutan, NE India, Myanmar, Nepal, Sikkim, N Thailand].

(34) *Arisaema erubescens* (Wall.) Schott Different types of forests, thickets, grassy slopes; 1400 ~ 3200m. Fugong, Gongshan [throughout China except Heilongjiang, Jilin, Liaoning, and Nei Menggu; N India, Myanmar, Nepal, Sikkim, N Thailand].

Pinellia Ten.

(1) *Pinellia ternata* (Thunb.) Ten. ex Breitenb. Forests, grassy slopes, thickets, waste and cultivated land; below 2500m. Tengchong [throughout China except Nei Menggu, Qinghai, Xinjiang, and Xizang; Japan, Korea].

Acknowledgments We are grateful to Nick Turland (MO) for his comments and help in the preparation of the manuscript.

References

Johns R J. 1995. Endemism in the Malesian flora. Curtis's Botanical Magazine, 12: 95~110

Li H. 1994. Delineation and feature of Dulongjiang region flora. Acta Botanica Yunnanica, Supplement 6: 1~100

A Study on Araceae in Gaoligong Mountains

LI Heng[1] LONG Chun-Lin[1] DAO Zhi-Ling[1] Greg Rucker T[2]

(1 Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

(2 Australian Areae Collection, Glenside 5065, South Australia)

Abstract Gaoligong Mountains is an area that spans the border of Yunnan Province in China and Myanmar. The area is of great botanical interest due to its high botanical diversity, largely undisturbed vegetation, and limited of botanical exploration. The main genera of Araceae in the area are *Arisaema*, *Remusatia*, *Rhaphidophora*, and *Typhonium*. By far the most common genus is *Arisaema* with a large diversity of species throughout the area. In the last 10 years a series of major expeditions have explored the area, discovering several new species as well as finding species that were not previously known from the area. From the Gaoligong Mountains area 58 species from 11 genera are

listed and discussed, including distribution details. Of these, 10 endemic aroid species, including 3 unpublished species are described. Their distribution are listed and discussed. The geography of Araceae suggests that the Gaoligong Mountains flora is a part of the East Asian flora and that the flora of Eastern Himalayas originated from that of northeastern Myanmar and Gaoligong Mountains.

Key words Gaoligong Mountains, Araceae

高黎贡山南星属(天南星科)新资料*

李　恒　王仲朗　龙春林

(中国科学院昆明植物研究所,昆明　650204)

摘　要　本文描写了高黎贡山地区察隅南星 *Arisaema bogneri* P. Boyce et H. Li、腾冲南星五叶变种 *A. tengtsunense* H. Li var. *pentaphyllum* H. Li、缅甸南星 *A. burmaense* P. Boyce et H. Li;第一次报道会泽南星 *A. dahaiense* H. Li 在高黎贡山的分布,对该种的果序和果实做了补充描述。

关键词　高黎贡山,天南星科,南星属,新资料

分类号　Q 949

1　察隅南星　新种

Arisaema bogneri P. Boyce et H. Li, sp. nov. Sect. *Franchetian* a Engler. TYPE: China. Yunnan Prov., **Gongshan Xian**, Binzhongluo, west of Salween river, on the E side of Gaoligong Mountains, in thickets, alt. 1550m, Oct. 18, 1996, Gaoligong Mountains Expedition 7824 (Holotype, KUN). **Xizang**: Chayu Xian, Delei Valley, 28°21′N, 96°37′E; alt. 2950～3280m, Jun. 6, 1928, Kingdon Ward 8299 (K); loc. et coll. ibid. June 10, 1928, Kingdon Ward 8318 (K). Fig. 2:1, Fig. 3.

Species habitu *A. candidissimo* W. W. Smith affinis, sed spathe atro-purpurea et albo-vittata, faucis marginibus angustis patentibus haud auriculatis, appendice stipite 1.2cm longa subffulta, e basi truncata differt; ab *A. asperato* N. E. Brown recedit foliole intermedie ovato, elliptico subrhombio, petiole et costa subtus glabribus (haud asperatis); ab *A. lobato* Engler recedit spadicis appendice recurva.

Dioecious. Tuber subglobose, 1～4cm in diam. Leaves 1(-2), petiole 20～40cm long, greenish, smooth, 1.3～1cm thick, basal 1/4 sheathing. Leaf blade chartaceous, trifoliolate; leaflets light green at both sides, apex acute or acuminale with a tubular tail 1cm long, margins entire, ovate, sessile or with a petiolute 1.3cm long, (3.5～22)cm×(2.5～15)cm; lateral leaflets oblique-oblong or ovate, sessile, base rounded in total, quite oblique, (3.5～17)cm×(2～14)cm. Petiole light green, non spotted, 37cm long, sheath short; peduncle emerging from petiole sheath, shorter than petiole, purplish green, non spotted, 8～24cm long. Spathe dark purple with whitish longitudinal lines which connected near margin into a intramargin line; in female plants spathe tube cylindric, 7cm long, ca. 1.5cm in diameter, throat margins slightly recurved outward,

---

* 本文 1999 年发表于《云南植物研究》,(增刊 XI):55～60。

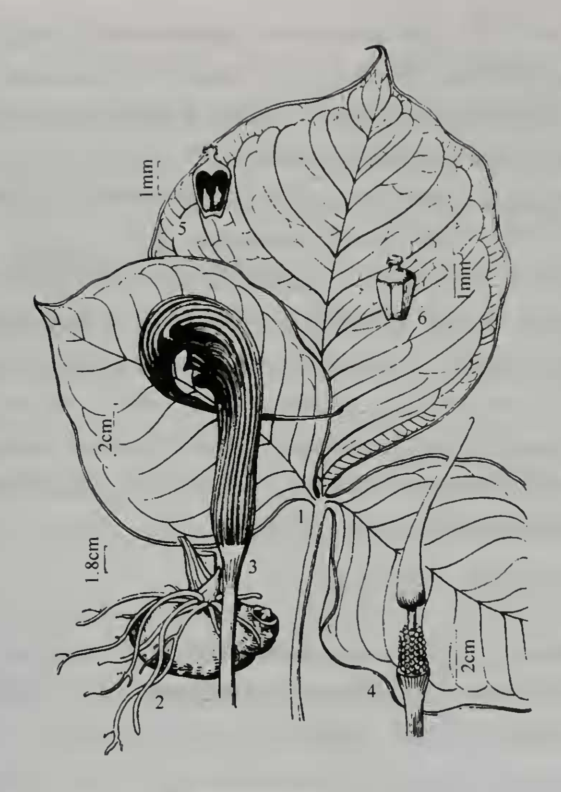


Fig. 1 *Arisaema bogneri* P. Boyce et H. Li

1: leaf; 2: tuber; 3: spathe; 4: female spadix; 5, 6: ovary with 2 ovules.

From the Gaoligong Mountains Expedition 7824 (Drawn by Wang Ling)

non auriculate; limb ovate , acuminate with a tubular tail 1～2cm long, 10cm×(3～6) cm, galeate-incurvate from base; spadix unisexual, male spadix: male portion cylindric, 13mm×4mm, appendix 2～3cm long , base truncate with a stipe 2～3mm long, apical part attenuate recurved outward or downward, smooth; female spadix: female portion conic, 1cm×1.2cm; appendix more robust, whitish green, pyramidal, base truncate with a stipe 1.2cm long, ca. 10cm in total, ca. 8mm thick at base and 4mm at tip, recurved outward for 90°. Ovaries greenish obovate, style distinct, stigma punctate, basal placentation, ovules 2, erect. Infructescence ovate, 4cm×2.5cm, fruit obovate, red. Flowering in June. Fruiting in September.

Paratypes. Yunnan: Gongshan Xian, Binzhongluo Xiang, Stone Gate , West by Salween River, in thickets, alt. 1650m. Perennial hern, leaf green, fruit red. 11 September, Gaoligong Mountains Expedition 8841(KUN), loc. et coll. ibid. alt. 1750m. Gaoligong Mountains Expedition 8865 (KUN), Loc. ibid. alt. 1650m. Gaoligong Mountains Expedition 8966(KUN); **Gongshan Xian**: Binzhongluo Xiang, Niwalong, in thicket on rock slope, alt. 1800～2000m, tucer subglobose, leaf green, 13 September, 1997, Gaoligong Mountains Expediton 9009(KUN); Binzhongluo, E side of Niwalong river, E slope of Gaoligong Mountains, grassy slope . alt. 1800～2000m, male flowers

wilting, 14 September 1997, Gaoligongshan Expedition 9107(KUN). **Xizang**: Chayu Xian, Delei Valley, 28°21′N, 96° 37′E; alt. 2950～3280m, Jun. 6, 1928, Kingdon Ward 8299(K); loc. et coll. ibid. June 10, 1928, Kingdon Ward 8318(K).

Distribution. SE Xizang and NW Yunnan.

Notes. The specimen Kingdon Ward 8299 was named by Jin Murata in 1987 as *Arisaema wattii* Hook. f. (left plant) and *A. asperatum* N. E. Brown, but *A. wattii* must have an erect and spotted apendix and a terminal leaflet narrowly cuneate at base; *A. asperatum* differs from our species in having obovate terminal leaflet, petiole, midrib and lateral veins spinecent beneath. There are four plants in Kingdon Ward 8318(K), they were named by Jin Murata as *A. asperatum*, but all these smooth plants are without spines and terminal rhombiforme leaflets are not obovate. *A. bogneri* differs from *A. candidissimum* in having spathe dark purple with whitish longitudinal lines and the appendix is distinct stipilate and the base truncate.

2 腾冲南星五叶变种 新变种

Arisaema tengtsungense H. Li, var. ***pentaphyllum*** H. Li, var. nov. Sect. *Trisecta* Schott TYPE: Type: China, Yunnan Prov. : **Tengchong**, July 1963, J. S. Yang et X. N. Wang 1539 (Holotype, KUN) . Fig. 2.

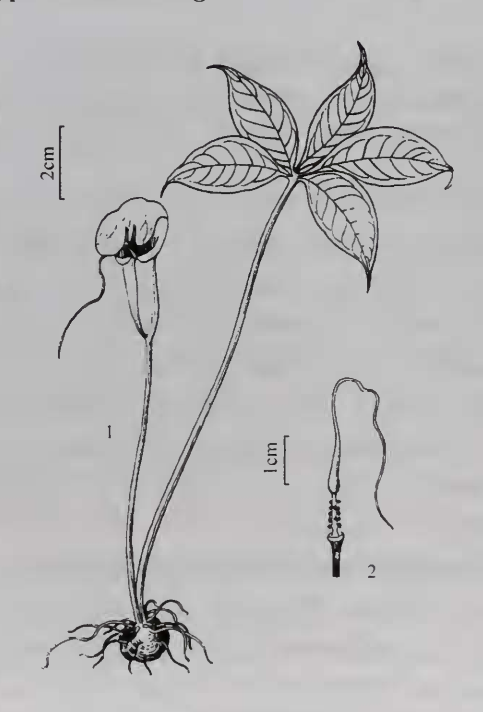


Fig. 2 *Arisaema tengtsungense* H. Li var. *pentaphyllum* H. Li. var. nov.

1: flowering plant with 5 leaflets; 2: male spadix (Drawn by Wang Ling)

A var. *tengtsungense* recedit foliis 5-sectis.

This plant is similar to *Arisaema tengtsungense* var. *tengtsungense* because they share all aspects such as subglobose tuber, trilobed spathe-limb and flagelliform appendix, but it can be distinguished by 5-foliolate leaf-blade.

Distribution. Endemic to Gaoligong Mountains: Tengchong Xian.

3 会泽南星 高黎贡山新分布

Arisaema dahaiense H. Li in Acta Phytotax. Sin. 15(2): 107, pl. 9: 3. 1977 et in C. Y. Wu et H. Li (eds.) Flora Reip Popul. Sin. 13(2): 151, pl. 9: 3. 1979. Section Trisecta.

Dioecious. Rhizome ovate cylindric, 12cm long by 8cm thick, consists of 3 years growth, outside and inside pale yellow. The end of rhizome truncate, 6cm in diameter, internodes with ovate offsets 5cm long and 6cm thick and several convex bulbils on each internode.

Leaf 1, petiole green to dark green, smooth without any spots, not verucose, 125cm long with a diameter of 3cm, the basal part of 35cm underground and whitish, lower 6cm sheathing. Leaf trifoliolate, green above, pale green below; the medial leaflet elliptical-rhombic, 46cm by, 28cm, acute at the apex, broadly cuneate at the base. The middle vein is concave above and convex below; lateral veins 12 on each side, convex below; connective veins 1cm remote from the margin . Lateral leaflets extremely oblique, 45cm by 23cm; outside basal auriculate, up to 19. 5cm wide, inside 4 to 5cm wide.

Peduncle emerging from petiole sheath, much shorter than petiole, to 38cm long in infructescence, lower part hiding in the ground, erect, cylindrical, 12cm long by 5. 5cm diameter; fruit different sizes, cylindrical or obconic, 1. 5cm in diameter, while the base 5mm in diam, top truncate, pale green in basal part, yellowish green to purple in upper part with a purple spot of 7mm in diameter, without style and stigma inconspicuous. Ovules 4, developed seeds usually 3, irregular in form, creamish-white, subglobose, at basal placenta. Fruit in October.

Specimens examined. China, Yunnan Prov. : **Lushui Xian**, Pianma, adjacent to the road and stream, among shrubs in evergreen forest, alt. 2360m. Perennial herb ca. 1. 3m tall, rhizome robust, fruit pale green to purple Oct. 5, 1997, Gaoligong Mountains Expedition Expedition 9986 (KUN, the rhizome is cultivated in Kunming Bot. Garden); **Lushui Xian**: Km 74 on road between the Salween and Pianma on the west side of Gaoligong Mountains. 26°0′2″ N, 98°39′43″E, Broadleaved evergreen forest. Alt. 2380m. 11 October 1998. Li Heng et G. Ruckert 10371 (KUN); **Lushui Xian**: On road side between the Salween and Pianma on the west side of Gaoligong Mountains. 25°59′38″N, 98° 39′7″. Broadleaved evergreen forest. Alt. 2630m. Perennial herb ca. 1. 7m tall, growing on surface of soil in moist area on hillside in shade. 14 Oct. 1998. Li

Heng et G. Ruckert 10442 (Leaf specimen in KUN); **Baoshan Shi**: Mangkuan xiang, Sanba Gou, west of Mangkuan, on the E side of Gaoligong Mountain s. 25°26′4″N, 98°49′32″E. Broadleaved evergreen forest on a facing slope. Alt . 1950m. Perennial herb, rhizome robust, leaf green. 19 October 1998. Li Heng et G. Ruckert 10666 (KUN). NE Yunnan, **Huize Xian**: Daihai. Forest margins, 2600m, type specimen (KUN, from cultivated plant in Kunming Bot. Garden).

Distribution. West Yunnan (West and East slopes of Gaoligong mountains: Lushui and Baoshan) and NE Yunnan disjuncted; Altitude 1950～2630m. Endemic to Yunnan.

Notes. (1)The rhizomes of Gaoligong Mountains Expedition 9986, Li Heng et G. Ruckert 10371 and 10442 from Lushui, of Li Heng et G. Ruckert 10666 from Baoshan are growing in Kunming Botanical Garden. May 1999 they came into flower. The inflore scence can not be distinguished from *Arisaema dahaiense* H. Li which was originally described based on two cultivated plants (male one and female one) 20 years ago . The gardener said: these plants were introduced from Huize (Dahai). We have no any collections from Dahai, but type specimens. The *Arisaema dahaiense* was recently found in West Yunnan from Gaoligong Mountains. It implies that the distribution of *A. dahaiense* in NE Yunnan may be a wrong report.

(2)The specimens of this taxon from W Yunnan were collected in fruit time. In appearance it is similar to *A. dulongense* H. Li, but the infructescence of *A. dulongense* have not be seen, so that they cannot be compared.

(3)In field conditions the taxon was misidentified and described as"Arisaema gigas" or"Arisaema giganteum" which was published as a non valid "nomen nudum" in Areae Journal, December 1998: 19～20.

4 缅甸南星 新种

Arisaema burmaense P. Boyce et H. Li, sp. nov. Sect. Pistillata Engler, TYPE : North Myanmar: Triangle: Wing Bum, above Ahbai. Alt. 2950m. Open grassy patch es, bamboo slopes or scattered openings in forest. 14, May, 1953. F. Kingdon-Ward 20841(Holotype, BM). Fig. 3.

Species nova *A. lobato* Engler proxima sed differt: ①spathe viride vel brunnea pallide vittata; ②synandrio stipitato thecis rimulis in unam hippocrepicam confluentibus brunnea pallide vittata; ③synandrio stipitato thecis rimulis in unam hippocrepicam confluentibus dehiscentibus; ④folii foliolis lateralibus petioluo instructis; a Sectionis *Trisectae* speciebus spadicis appendice erecta, 4. 5～7cm longa, stipite 7mm longa suffulta basi truncata differt.

Tuber. Petiole 60～76cm long. Leaf blade trifoliolate, leaflets subcoriaceous, petiolulate, margins sparsely dentate; terminal leaflet rhombic-elliptic, apex a cute and custpitae, base cuneate, 24cm×16cm, petiolule 1cm long; lateral leaflets obliquely ovate, base cuneate at inner side, rounded at outer side, 21cm×12cm . Spathe green or brown

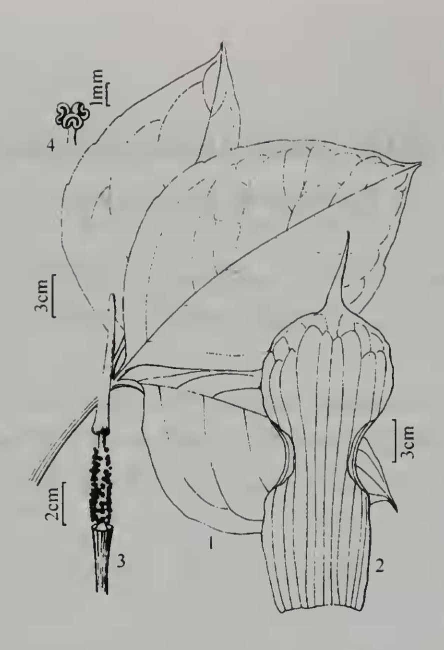


Fig. 3 *Arisaema burmaense* P. Boyce et H. Li, sp. nov.
1: leaf; 2: spathe; 3: male spadix; 4: synandria (Drawn by Wang Ling)

with white stripes, 15～21cm long, tube cylindric (5～8)cm×(1.7～2.6)cm, throat margins narrowly recurved, not auriculate; limb oblong-ovate, to base constricted, rounded at apex with an acuminate tail 2～5cm long, (9～13)cm(excl. tail) ×(6～11) cm. Spadix unisexual. Male spadix: male portion cylindrical, 4.5 by 1.2cm, synandria lax, anthers stipitate dehiscing by horseshoe-shaped slit. Appendix cylindric, erect 4.5～7cm long, 5～7mm thick, apex obtuse, base truncate and stipitate, stipe 7mm long. Flowering in May.

Distribution. North Myanmar, the west side of Gaoligong Mountains.

Notes. Type Kingdon-Ward 20841 was named by J. Murata as *A. asperatum* but it can be distinguished from latter in having smooth petiole and peduncle, larger rhombicelliptic terminal leaflet to 23cm×16cm with petiolute 1cm long and erect cylindric spadix. Its male flower with anthers dehisting by horseshoe-shaped slit represents the one of the characters of Section *Trisecta*, but the short er erect cylindric appendix with truncate and stipitate base means, it is a species in Section Pistillata. However *Arisaema burmaense* is a makable species between Sect. *Trisecta* and Sect. *Pistillata*.

References(Leave out)

Notes on the genus *Arisaema* (Araceae) in Gaoligong Mountains

LI Heng WANG Zhong-lang LONG Chun-lin

(Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

Abstract 3 new taxa, *Arisaema bogneri* P. Boyce et H. Li, *A. tengtsunense* H. Li var. *pentaphyllum* H. Li and *A. burmaense* P. Boyce et H. Li are described and illustrated. The new distribution of *A. dahaiense* in Gaoligong Mountains is reported and its infructescence is described additionally.

Key words Gaoligong Mountains, Araceae, *Arisaema*, New taxa

高黎贡山兰花的多样性 *

李 恒[1] Bruce BARTHOLOMEW[2]

（1 中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204）

（2 加利福尼亚科学院，美国旧金山 94118）

摘 要 对高黎贡山兰科植物的生物地理学和多样性进行了研究。1. 兰科是高黎贡山种子植物中最大的科，包括 75 属 265 种。2. 高黎贡山兰花起源于新、旧世界的热带和温带，热带属占 60%（45 属），温带属占 38.67%（29 属），包括 2 个云南特有属。但是，高黎贡山兰科植物与地中海地区和中亚地区的联系十分微弱。3. 高黎贡山的兰花以地生兰为主。这里 57.33%（43 属）为地生兰，而附生兰和腐生兰仅分别为 31 属和 3 属。4. 兰花物种的分布区式样表明：高黎贡山兰花以温带兰为主，温带兰占总种数的 69.43%（184 种），包括东亚成分，即滇西高黎贡山-东喜马拉雅分布的种和中国西南部特有种，它们是高黎贡山兰花区系的核心。5. 高黎贡山兰科的特有现象在于：① 具有云南两个特有属：蜂腰兰（*Bulleyia*）和反唇兰（*Smithorchis*）；② 有高黎贡山特有种 21 个，如泸水兜兰（*Paphiopedilum markianum*）、贡山凤兰（*Cymbidium gongshanense*）、贡山贝母兰（*Coelogyne gongshanense*），热带附生兰——万带兰亚科在高黎贡山没有形成特有种；③ 高黎贡山北段的特有种比南段丰富：贡山有 14 种，腾冲仅有 4 种；海拔 1800～2100m 的梯度带特有种最多（13 种）；④ 高黎贡山有云南特有种 10 种，其中小花槽舌兰（*Holcoglossum junceum*）是一个热带种，因为板块位移而来到了亚热带地域；⑤ 高黎贡山的兰科植物中有 19.25%（51 种）是中国特有种，它们出现在高黎贡山，分布在云南其他地区和西南的一些省区。高黎贡山特有种、分布到高黎贡山的云南特有种和分布到高黎贡山的中国特有种一共为 82 种，占高黎贡山兰科总种数的 30.91%，兰科在高黎贡山是一个特有化程度很高的类群。

关键词 高黎贡山，兰花，多样性

分类号 Q 948

兰花在植物系统上统称兰科（Orchidaceae）植物。兰科是种子植物中的一个异常庞大、十分奇特而又十分进化的大家族。全世界约有 700 属 2 万余种。

高黎贡山南北跨度大，河谷山顶气候差异悬殊，生境复杂，植被类型丰富，兰花种类特别繁多，已记录有 76 属 265 种（含 1 个变种）。研究兰花的多样性及其地理分布对研究高黎贡山的植物区系有一定的代表意义。

1 高黎贡山兰花“属”的多样性为高黎贡山种子植物各科之最

高黎贡山兰科植物的组成情况如表 1。

---

* 本文 1999 年发表于《云南植物研究》，（增刊 XI）：65～78。

表1　高黎贡山兰科植物一览表

属名	生活型	种数	中国种数	云南种数	高黎贡山种数	分布类型	在高黎贡山的特有种		
							中国	云南	高黎贡山
脆兰属（*Acampe*）	○	15	2	2	1	6	0	0	0
禾叶兰属（*Agrostophyllum*）	○	60	2	1	1	7	0	0	0
无柱兰属（*Amitostigma*）	⊙	23	20	10	7	14	4	0	2
兜蕊兰属（*Androcorys*）	⊙	5	3	1	1	14SH	1	0	0
安兰属（*Ania*）	⊙	11	3～4	3	1	7	0	0	0
开唇兰属（*Anoectochilus*）	⊙	40	18	8	5	5	0	0	0
筒瓣兰属（*Anthogonium*）	⊙	1	1	1	1	14SH	0	0	0
竹叶兰属（*Arundina*）	⊙	5	2	1	1	7	0	0	0
白芨属（*Bletilla*）	⊙	9	5	4	2	14	3	0	0
苞叶兰属（*Brachycorythis*）	⊙	32	2	1	1	6	0	0	0
石豆兰属（*Bulbophyllum*）	○	2000	84	64	18	2	1	0	3
蜂腰兰属（*Bulleyia*）	○	1	1	1	1	15	0	1	0
虾脊兰属（*Calanthe*）	⊙	150	50	30	13	2	3	0	3
头蕊兰属（*Cephalanthera*）	⊙	12	8	6	2	8	1	0	1
隔距兰属（*Cleisostoma*）	○	100	18	13	4	5	0	0	0
贝母兰属（*Coelogyne*）	○	200	25	25	13	7	0	1	3
吻兰属（*Collabium*）	⊙	8	2	2	1	7	1	0	0
杜鹃兰属（*Cremastra*）	⊙	3	1～2	1	1	14	0	0	0
宿苞兰属（*Cryptochilus*）	○	2	2	2	1	14SH	0	0	0
兰属（*Cymbidium*）	⊙○	70	35	30	11	5	2	1	1
杓兰属（*Cypripedium*）	⊙	50	23	15	10	8	4	0	0
石斛兰属（*Dendrobium*）	○	1800	71	62	9	5	0	0	0
尖药兰属（*Diphylax*）	⊙	3	3	3	3	14SH	1	0	1
合柱兰属（*Diplomeris*）	⊙	2	1	1	1	14SH	1	1	1
厚唇兰属（*Epigeneum*）	○	35	8	6	4	7	0	0	0
火烧兰属（*Epipactis*）	⊙	25	9	10	2	8	1	1	0
虎舌兰属（*Epipogium*）	○	2～5	2	2	2	4	0	0	0
毛兰属（*Eria*）	○⊙	500	36	34	6	5	0	0	1
美冠兰属（*Eulophia*）	⊙	200	12～14	8	1	2	0	0	1
金石斛属（*Flickingeria*）	○	70	5	7	1	7	0	0	0
山珊瑚属（*Galeola*）	△	20	4	3	2	4～1	1	1	0
盆距兰属（*Gastrochilus*）	○	46	25	14	4	7	1	0	1
天麻属（*Gastrodia*）	△	20	8	3	1	5	1	0	0
斑叶兰属（*Goodyera*）	⊙	40	25	14	9	7	0	0	0
手参属（*Gymnadenia*）	⊙	10	5	5	2	8	1	0	0
玉凤花属（*Habenaria*）	⊙	700	70	49	4	8	2	0	0
舌喙兰属（*Hemipilia*）	⊙	13	9	7	3	14SH	3	0	1
角盘兰属（*Herminium*）	⊙	25	18	18	7	10	3	1	0
直唇兰属（*Herpysma*）	⊙	2	1	1	1	7～2	0	0	0
槽舌兰属（*Holcoglossu*）	○	4	5	5	1	14SH	0	1	0
尖囊兰属（*Kingidium*）	○	5	4	4	1	7	0	0	0
羊耳蒜属（*Liparis*）	○	250	60	35	18	1	0	0	2
对叶兰属（*Listera*）	⊙	30	18	5	3	8	1	1	2
沼兰属（*Malaxis*）	⊙	300	21	18	5	1	0	1	0
短瓣兰属（*Monomeria*）	○	4	1	1	1	7	0	0	0

续表

属名	生活型	种数	中国种数	云南种数	高黎贡山种数	分布类型	在高黎贡山的特有种		
							中国	云南	高黎贡山
全唇兰属（*Myrmechis*）	⊙	7	5	3	1	7	0	0	0
新型兰属（*Neogyna*）	○	1	1	1	1	14SH	0	0	0
鸟巢兰属（*Neottia*）	△	10	7	5	2	10	0	0	0
兜被兰属（*Neottianthe*）	⊙	8	8	8	2	8	2	0	1
芋兰属（*Nervilia*）	⊙	85	6	4	1	4	0	0	0
鸢尾兰属（*Oberonia*）	○	300	20	18	6	4	0	0	0
红门兰属（*Orchis*）	⊙	100	24	10	3	8	1	0	0
山兰属（*Oreorchis*）	⊙	14	7	4	3	14SH	1	0	0
耳唇兰属（*Otochilus*）	○	4	4	4	4	14SH	0	0	0
白蝶花属（*Pecteilis*）	⊙	4	2	1	1	7	0	0	0
兜兰属（*Paphiopedilum*）	⊙	50	15	9	2	7	1	0	0
阔蕊兰属（*Peristylus*）	⊙	60	20	15	5	5	0	0	1
鹤顶兰属（*Phajus*）	⊙	50	10	8	2	4	0	0	0
蝶兰属（*Phaleanopsis*）	○	35	4	2	1	5	1	0	0
石仙桃属（*Pholidota*）	○	55	12	11	7	5	2	0	0
舌唇兰属（*Platanthera*）	⊙	250	30	18	14	8	2	1	1
独蒜兰属（*Pleione*）	○	11	9	9	4	7～2	2	0	0
朱兰属（*Poponia*）	⊙	7	9	2	1	9	1	0	0
鸟足兰属（*Satyrium*）	⊙	115	3	2	2	6	0	0	0
匙唇兰属（*Schoenorchis*）	○	20	3	3	1	7	0	0	0
反唇兰属（*Smithorchis*）	⊙	1	1	1	1	15	1	0	0
苞舌兰属（*Spathoglottis*）	⊙	46	2	1	1	6	0	0	0
绶草属（*Spiranthes*）	⊙	50	1	1	1	8	0	0	0
船形兰属（*Stauropsis*）	○	1	1	1	1	14SH	0	0	0
大苞兰属（*Sunipia*）	○	22	7	6	3	7～2	0	0	0
带唇兰属（*Tainia*）	⊙	100	4	2	2	7	0	0	0
点白兰属（*Thrixspermum*）	○	100	10	3	1	5	0	0	0
叉唇兰属（*Uncifera*）	○	5	1	1	1	7	0	0	0
万代兰属（*Vanda*）	○	80	14	12	2	7	1	0	0
线柱兰属（*Zeuxine*）	⊙	46	5	5	2	4	0	0	0
合计　75 属	○30 属	⊙44 属	△3 属		265			26	

注:按照吴征镒的分类系统,分布区类型见表 3;○附生兰 ⊙地生兰 △腐生兰。

高黎贡山兰科计有 75 属，是高黎贡山属数最多的科（表 2）。高黎贡山属数居前 6 位的科有禾本科（67 属）、菊科（65 属）、蝶形花科（39 属）、唇形科（37 属）和蔷薇科（32 属）。高黎贡山其他 190 余科的属数均不足 30，除毛茛科（20 属）、伞形科（24 属）、茜草科（27 属）、玄参科（21 属）和百合科（23 属）外，其余属数均在 20 以下，且大多数科（76 个科）在高黎贡山仅有 1 属。无论如何，高黎贡山植物分化程度最高的首推兰科。

表 2　高黎贡山种子植物含 30 属以上的科

科名	属数	种数
兰科(Orchidaceae)	75	265
禾本科(Graminae)	67	166
菊科(Compositae)	66	233
蝶形花科(Papilionaceae)	39	105
唇形科(Labiatae)	37	97
蔷薇科(Rosaceae)	32	218

2 高黎贡山兰花来源于四面八方

高黎贡山种子植物区系大体上来自 15 个方面，即包括 15 个地理成分或分布式样（类型）。兰科植物含有其中 11 个分布类型（表 3），即世界广布的 2 属［沼兰属（*Malaxis*）和羊耳蒜属（*Liparis*）］；各种热带成分共 45 属，占全科 75 属的 60%，包括泛热带分布的石豆兰属（*Bulbophyllum*）、虾脊兰属（*Calanthe*）、美冠兰属（*Eulophya*）3 属；旧世界热带分布的虎舌兰属（*Epipogium*）、山珊瑚属（*Galeola*）等 6 属，热带亚洲至热带大洋洲分布的开唇兰属（*Anoectochilus*）、隔距兰属（*Cleisostoma*）、芋兰属（*Nervilia*）等 11 属，热带亚洲至非洲的 2 属［脆兰属（*Acampe*）和鸟足兰属（*Satyrium*）］以及热带亚洲分布的 21 属［禾叶兰属（*Agrostophyllum*）、安兰属（*Ania*）等］。温带分布型有 29 属，占全体高黎贡山兰科属数的 38.16%。温带属以北温带广布的属（10 属）和中国西南至喜马拉雅地区分布的属（10 属）为主，也包括分布在高黎贡山的两个云南特有属：蜂腰兰属（*Bulleyia*）（1 种）和反唇兰属（*Smithorchis*）（1 种）。

表 3 兰科属的分布型统计表

分布区类型序号及名称	属数	分布区类型序号及名称	属数
1. 世界广布	2	10. 旧世界温带分布	2
2. 泛热带分布	3	11. 温带亚洲分布	—
3. 热带亚洲和热带美洲间断	—	12. 地中海区、西亚至中亚分布	—
4. 旧世界热带分布	6	13. 中亚分布	—
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	11	14. 东亚分布	3
6. 热带亚洲至热带非洲分布	4	14-1. 中国-喜马拉雅分布	10
7. 热带亚洲分布	21	14-2. 中国-日本	—
8. 北温带分布	10	15. 中国特有分布	2
9. 东亚和北美间断分布	1	合计	75

如上所述，高黎贡山兰花来源于世界各地，它们与亚洲热带、温带以至寒带，与非洲、大洋洲、北美洲（温带地域）、欧洲都有不同程度的联系，同时，也有就地发生的特有属。对高黎贡山来说，这里的兰花是一个多渊源的区系。值得一提的是，高黎贡山的兰花没有从高黎贡山间断分布于热带美洲的属，也没有从高黎贡山分布到广大温带亚洲的属和从高黎贡山分布到地中海地区及中亚或西亚的属。从地史上考虑，高黎贡山地区和古地中海的关系十分微弱。

3 高黎贡山兰花生活型以地生兰为主

兰花这一家族为了发展和生存，善于充分利用自然界的光、水分和热量条件。高黎贡山的兰花有不同的习性，有的生活在树干上或岩石上，利用气生根吸收大气中和树干上的苔藓地衣、腐殖质和积土中的养分，这类兰花叫附生兰，它们大多数是在四季高

温、高湿的热带环境中发生发展的。另一类是地生兰或叫陆生兰，它们扎根于地面的表土层中，依靠土壤中的营养物质而生存。地生兰大都出现在比较阴湿的林下、灌丛或草丛中，少数生长在较为干旱的草坡或有一定积水的沼泽中。第三类是腐生兰，它们自身不制造叶绿素，也无绿叶，其生长主要依靠土壤中真菌所提供的养分，所以多出现在腐殖质丰富和枯枝落叶层深厚的原始森林和高山草甸中。高黎贡山不同生活型的兰花如表4所示。

表4　高黎贡山兰花不同生活型的统计

生活型	附生兰	地生兰	腐生兰
属数	31	43	3

注：实际共有75属，兰属（*Cymbidium*）和毛兰属（*Eria*）二属兼有附生兰和地生兰，因而生活型统计的属数多了2属。

高黎贡山兰花虽兼有附生兰、地生兰和腐生兰3个类型，但以地生兰为主，计43属，占总属数的57.33%；附生兰有31属，占41.3%或44%；腐生兰仅3属，占4%。温带地区的兰花通常以地生兰为主，高黎贡山29个温带属中，仅有宿苞兰属（*Crytochilus*）、槽舌兰属（*Holcoglossum*）、耳唇兰属（*Otochilus*）和蜂腰兰属（*Bulleyia*）4个附生属，仅占温带属13.79%。而45个热带属中，则有25个附生兰属，占热带型的55.56%，至于腐生兰的数量，无论在热带兰或温带兰中都是微不足道的。

温带属以地生兰为主（85.71%），热带属中附生兰占微弱优势，为55.55%。地生兰占高黎贡山总属数的58%，说明高黎贡山的生态环境总体上不同于真正的热带，主要适宜于地生兰的发展。

4　种的分布区式样以温带型为主，温带型种以中国特有种和中国-喜马拉雅种为优势

表5中的分布区式样分类系统按照吴征镒1991年刊出的分类系统设置。在确定具体种的分布区式样时往往遇到模棱两可的情况，例如，一些种从东喜马拉雅经缅甸、高黎贡山、越南仅至泰国而不到越南。这样的种可置于“14b. 中国-喜马拉雅分布”，也可放在“7. 热带亚洲分布类型”之列。此外，凡表5中所列的分布区类型在本文中必然是指分布到高黎贡山的种，如“7. 热带亚洲分布类型”的种在本文中必须指到达高黎贡山，同时出现在热带亚洲一定地区的种，而非高黎贡山以外的热带亚洲地区的种。

表5　高黎贡山兰科植物的分布区式样

分布区式样(类型)	种和变种数
1. 世界分布	0
2. 泛热带分布	2
3. 热带亚洲和热带美洲间断分布	0
4. 旧世界热带分布	0

续表

分布区式样(类型)	种和变种数
5. 热带亚洲和热带大洋洲分布	7
6. 热带亚洲和热带非洲分布	0
7. 热带亚洲分布	72～81
8. 北温带分布	5
9. 东亚和北美间断分布	2
10. 旧世界温带分布	0
11. 温带亚洲	0
12. 地中海、西亚至中亚	0
13. 中亚分布	0
14. 东亚分布	(94)
14-a. 全东亚分布	19
14-b. 华西南-喜马拉雅分布	75
15. 中国特有分布	(83)
15a. 分布到高黎贡山的中国特有种	51
15b. 分布到高黎贡山的云南特有种	11
15c. 局限于高黎贡山的特有种	21～184
合计	265(含 1 变种)

从表 5 可以看出：① 高黎贡山兰科基本上是温带性质的：兰科 265 个种和变种（仅 1 个变种）中，有 81 个种即 30.5%从高黎贡山分布到世界的某一热带区域；184 种即 69.43%的兰花属温带性质。② 在各种热带类型中，热带亚洲成分最多（71 种），泛热带分布的只有 2 种：丛生羊耳蒜（*Liparis caespitosa*）和见血青（*Liparis nervosa*）。热带亚洲至热带大洋洲分布的 7 种：竹叶兰（*Arundina graminifolia*）、三褶虾脊兰（*Calanthe triplicata*）、虎舌兰（*Epipogium roseum*）、芋兰（*Nervilia aragoana*）、鹤顶兰（*Phajus tankervilliae*）、宿苞石仙桃（*Pholidota imbricata*）、绶草（*Spiranthes sinensis*），但高黎贡山没有任何一种兰花可以从这里延伸到热带或者热带非洲，于是，高黎贡山也就缺乏与热带美洲或热带非洲有关的分布式样。兰花的传播能力很强，但终归难于逾越气候、高山和水体的障碍而达到天涯海角。亚洲热带则因地域相邻而距离不远，除气候因素外，空间障碍不大，物种交流比较容易，因而，高黎贡山热带亚洲成分比较多。况且，高黎贡山的热带兰逾越重山分布到印度次大陆或延伸到马来西亚也还是少数。③ 温带型的兰花中，东亚成分（94 种），特别是东喜马拉雅-滇西（高黎贡山）的种类（75 种）为多。东喜马拉雅成分和中国特有（主要是西南特有）成分（83 种）构成了高黎贡山兰花区系的基本骨架，无可争辩地标志着高黎贡山兰科区系的东亚温带性质。

5　高黎贡山兰科的特有现象

特有现象指仅发生或出现在某特定的自然区域内的特有自然现象。本文的特有现象是出现在高黎贡山的兰科特有分布式样、特有分类单位或特有的生活习性。

5.1 两个分布到高黎贡山的云南特有属

（1）蜂腰兰属（*Bulleyia* Schltr.）［树兰亚科（Subfam. Epidendroideae）］

贝母兰族的一个属。附生兰，假鳞茎生于根状茎上，顶生2枚叶，叶狭长，基部收缩为柄。花葶细长，生于假鳞茎顶端，与幼叶同时出现，长于叶；花苞片革质，二列套叠。总状花序具多数花；花序轴稍曲折；花中等大；萼片等长，侧萼片基部互相靠合并多少呈囊状；花瓣与萼片等长，略宽；唇瓣不裂，中部以上缢缩，基部凹陷，具较长而向前弯曲成耳环状的距，蕊柱细长，上端扩大，无蕊柱足；蕊喙厚，近宽三角形，上面中央具龙骨状突起；药床宽阔，上缘具不整齐的齿；花粉团蜡质，4个，近卵圆形，一端斜截，彼此以基部黏合，无附属物。

本属仅蜂腰兰（*Bulleyia yunnanensis* Schltr.）1种，为我国云南省所特有。模式标本 G. Forrest 4879 采自大理苍山，拉丁属名系 A. K. Bulley 的姓，用以纪念他对 G. Forrest 的派遣。中文属名蜂腰兰是由于唇瓣延伸的距细瘦而弯曲如蜂腰，言其形。

蜂腰兰在高黎贡山的北部特别常见，分布于贡山、福贡、腾冲、维西、临沧、景东、漾濞、大理、富民、屏边、砚山、富宁、麻栗坡，至今未越出云南边境。分布区基本上位于滇西北至滇东南生态对角线的西南侧，沿云南高原的西、南边缘形成。分布区的纬度西高东低，反映了板块位移的生物效应。

（2）反唇兰属（*Smithorchis* Tang et Wang）　［红门兰亚科（Subfam. Orchidoideae）］

兰族（Trib. Orchideae）的成员，地生兰，矮小，具纤细而匍匐的根状茎。茎直立，纤细，具2～4枚叶，基部被鞘。叶互生，线形，先端尖，基部渐狭，比花梗（连子房）长，花很小，直径3～3.5mm，不扭转；萼片相似，近等大；花瓣比萼片小，唇瓣位于花的上方，舟状，不裂，基部囊状；蕊柱短；蕊喙和柱头合生，近圆形；退化雄蕊侧生，小，无柄；花药直立，药室平行，基部不伸长；花粉团为具小团块的粒粉质，2个，具极短的花粉团柄和圆形黏盘仅反唇兰（*Smithorchis calceodiformis* Tang et Wang）1种。模式标本 G. Forrest 13110 采自大理苍山，散布于大理、贡山、德钦海拔3200～4000m的高山地带草地上。

本属植物与北温带广布的角盘兰属（*Herminium*）比较接近，不同之处在于本属具匍匐根状茎，唇瓣位于花的上方，蕊喙和柱头合生，黏盘圆形而不卷曲。可能就是角盘兰属其一种系在高黎贡山和云岭高山地带特化的结果。

5.2 局限于高黎贡山的特有种——高黎贡山特有种

高黎贡山特有种是兰科在高黎贡山的重要特有现象，高黎贡山共有21种特有种（表6），其中包括出类拔萃的稀世珍品，如泸水兜兰（*Paphiopedilum markianum*）、贡山凤兰（*Cymbidium gongshanense*）、黄花虾脊兰（*Calanthe dulongensis*）、泸水车前虾脊兰（*Calanthe plantaginea* var. *lushuiensis*）、贡山贝母兰（*Coelogyne gongshanensis*）、独龙贝母兰（*Coelogyne tarongensis*）等，它们是中外兰花爱好者喜爱的对象，也是高黎贡山的骄傲。

表 6　高黎贡山特有兰科植物

亚科或族名	种名	分布				海拔/m
		贡山(GS)	福贡(FG)	泸水(LS)	腾冲(TC)	
II 杓兰亚科	泸水兜兰(*Paphiopedilum markianum*)			+		2000
III 鸟巢兰亚科:鸟足兰族	碧江头蕊兰(*Cephalanthera bijiangensis*)		+			2000
III 鸟巢兰亚科:鸟足兰族	竹叶对叶兰(*Listera bambusetorum*)	+				3200～3500
IV 红门兰亚科:红门兰族	三叉无柱兰(*Amitostigma trifurcatum*)	+				2900
IV 红门兰亚科:红门兰族	长苞尖药兰(*Diphylax contigua*)	+				3200
IV 红门兰亚科:红门兰族	启无角盘兰(*Herminium carnosilabre*)	+				3600
IV 红门兰亚科:红门兰族	贡山舌唇兰(*Platanthera herminiodes*)	+				3800
V 树兰亚科:沼兰族	绿虾蟆兰(*Liparis forrestii*)				+	2100
V 树兰亚科:沼兰族	喀西羊耳蒜(*Liparis khasiana*)				+	1800～2100
V 树兰亚科:沼兰族	独龙羊耳蒜(*Liparis taronensis*)	+				1700
V 树兰亚科:兰族	紫花美冠兰(*Eulophia nuda*)				+	1800～2500
V 树兰亚科:兰族	贡山凤兰(*Cymbidium gongshanense*)	+				1800
V 树兰亚科:湿兰族	黄花虾脊兰(*Calanthe dulongensis*)	+				1900～2300
V 树兰亚科:湿兰族	泸水车前虾瘠兰(*Calanthe plantaginea* var. *lushuiensis*)			+		2300
V 树兰亚科:贝母兰族	贡山贝母兰(*Coelogyne gongshanensis*)	+				2800
V 树兰亚科:贝母兰族	独龙贝母兰(*Coelogyne taronensis*)	+				2450～3450
V 树兰亚科:柄唇兰族	怒江毛兰(*Eria salwinensis*)	+				
V 树兰亚科:石斛族	云南厚唇兰(*Epigeneium yunnanense*)	+				1300～2300
V 树兰亚科:石斛族	独龙石豆兰(*Bulbophyllum dulongense*)	+				2080
V 树兰亚科:石斛族	贡山卷瓣兰(*Bulbophyllum gongshanense*)	+				2000
V 树兰亚科:石斛族	腾冲石豆兰(*Bulbophyllum tengchongense*)				+	2000
4 亚科 8 个族	21 种	14	1	2	4	

注:“+”表示有分布。

高黎贡山特有兰花种类占高黎贡山兰花总数的 8%，特有化程度一般但稍偏高。由于我们对高黎贡山兰花的研究深度不够，特有种数远远低于自然实际存在的数目。仅就这有限的种数分析，我们也可看到高黎贡山兰花特有现象的端倪。

（1）类型多样

21 个特有种分别归属于杓兰亚科（Subfam. II Cypripedioideae)、鸟巢兰亚科（Subfam. III Neottioideae)、红门兰亚科（Subfam. IV Orchidoideae）和树兰亚科（Subfam. Epidendroideae）的 8 个族。最原始的拟兰亚科（Subfam. I Apostasioideae）在高黎贡山没有任何代表，兰科最为进化的万代兰亚科（Subfam. Vandoideae）的众多附生兰属也没能孕育出适于高黎贡山环境气候的特有种。

（2）特有种的生成率与纬度的高低成正比，与地球表面生物集聚的规律相左

这里位于 270°N 以北的贡山县境内的高黎贡山的特有种比处于 250°N 左右的腾冲高黎贡山特有种多得多（表 6)。贡山县内的高黎贡山有特有兰 14 种，福贡因高黎贡山西坡主要在缅甸，东坡面积狭小，只有 1 种碧江头蕊兰（*Cephalanthera bijiangensis*)，位于 260°N 南北的泸水有两种特有兰——泸水兜兰（*Paphiopedilum markianum*）和泸水车前虾脊兰（*C. alanthe plantaginea* var. *lushuiensis*)；腾冲全境属于高黎贡山范

畴，兼有东坡、西坡和高黎贡山的分支——尖高山，纬度偏南 40°，热量条件肯定优于北段的贡山县境，但特有兰也不过 4 种。种类北方多于南方的现象在地球上并不常见。

(3) 海拔 1800～2100m 的高度带是孕育兰花特有种的最适地带

如表 6 所示，福贡、泸水、腾冲的全部兰花特有种（共 7 种）和北段贡山的 6 个特有种都出现在这一地带。高黎贡山海拔 1500m 以下的河谷虽然水、热、光等各种因素都适于大多数热带兰的发展，但终归未能形成该地区特有的兰科植物。

(4) 高黎贡山特有兰缺乏万代兰亚科（Subfam. Vandoideae）植物

万代兰亚科是中国兰科植物热带性最强、系统上比较进化的亚科，在高黎贡山有万代兰亚科的多花脆兰（*Acampe rigida*），4 种隔距兰［大叶隔距兰（*Cleisostoma racemiferum*）、滇越隔距兰（*C. simondi*）等］，4 种盆距兰（*Gastrochilus calceolaris* 等）、蝴蝶兰（*Phalaenopsis wilsonii*）、小花槽舌兰（*Holcoglossum junceum*）、尖囊兰（*Kingidium taenialis*）、圆叶匙唇兰（*Schoenorchis gemmata*）、船唇兰（*Stauropsis unkulata*）、叉唇万代兰（*Vanda cristata*）和白花万代兰（*Vanda denisoniana*）等 15 种左右的典型热带兰，但种类不多，在兰花多样性系统中的作用很小，且无任何属在此发生的特有种。

高黎贡山的兰科特有现象中已经表明，高黎贡山的地带性生态环境是亚热带的，并非热带气候，虽有一些耐湿凉的热带成分生长，但毕竟是少数，也只不过是高黎贡山局部环境的局部现象。

5.3 在高黎贡山出现的云南特有兰花，指分布于高黎贡山及云南其他地区的特有种

分布于高黎贡山的云南兰科特有种共 10 种和变种（表 7），与高黎贡山特有种情况有些相似：① 种类北多南少，贡山有 8 种（80%），保山高黎贡山仅 1 种，腾冲有 4

表 7 高黎贡山的云南特有兰科植物（10 种）

亚科	种名	分布					
		贡山	福贡	泸水	保山	腾冲	云南其他地区
II	杏黄兜兰(*Paphiopedilum armeniacum*)		+				维西
IV	反唇兰(*Smithorchis calceoliformis*)	+					大理、德钦
IV	中华舌唇兰(*Platanthera sinica*)	+					维西、中甸[1]、丽江、洱源
V	阔瓣鸢尾兰(*Oberonia latipetala*)	+					景东、澜沧
V	蜂腰兰(*Bulleyia yunnanensis*)	+	+			+	
V	异叶白花贝母兰(*Coelogyne leucantha* var. *heterophylla*)					+	景东、蒙自
V	旱生贝母兰(*Coelogyne xerophyta*)	+				维西	
V	贡山毛兰(*Eria obvia*)	+					勐腊、勐海
V	褐色厚唇兰(*Epigeneium fuscescens*)	+				+	景东
VI	小花槽舌兰(*Holcoglossum junceum*)	+				+	龙陵、镇康、双江、景东、勐海
合计	10	8	2	0	0	4	

1)民政部 2001 年 12 月 17 日批准中甸县更名为香格里拉。——编者注

种占40%。② 热带性强的万代兰亚科仅有1种——小花槽舌兰（*Hologlossum junceum*），生活在高黎贡山地域的贡山、腾冲，它是一个热带种，由于新构造运动中板块北移和山地抬升，原处于热带环境的小花槽舌兰随着森林的北移而达到现代的纬度和海拔高度，由于潮湿森林的庇护才得以生存至今天。③ 高黎贡山兰科云南特有种与景东无量山的相似性较大，10种有3种为两地所共有；相反，维西、德钦、保山（怒江以东部分）与高黎贡山仅一水相隔，共有的特有种往往等于零。笔者认为，造成这类相似现象的原因首先是水热条件的相似性而非空间距离的大小。

5.4 出现在高黎贡山的中国特有种

出现在高黎贡山的中国特有种是比较多的。高黎贡山兰科有51个中国特有种（表8），占总种数的19.25%。高黎贡山特有种、云南特有种、中国特有种三者之和为82种。这就是说，高黎贡山的兰花中，30.9%为中国特有种。

高黎贡山的兰花是丰富多彩的，它的全貌和真谛还有待进一步的系统研究。

表8 分布在高黎贡山的中国特有种

种号	种名	分布
1	单花无柱兰(*Amitostigma montana*)	贡山；德钦，丽江；西藏，四川，甘肃
2	毛茎无柱兰(*Amitostigma Montana* var. *forrestii*)	贡山；德钦，中甸；西藏
3	少花无柱兰(*Amitostigma parciflorum*)	贡山；四川
4	滇蜀无柱兰(*Amitostigma tetralobum*)	贡山；丽江，大理，漾濞，东川，巧家；四川
5	西藏无柱兰(*Amitostigma tibeticum*)	贡山，福贡；维西，丽江，大理；四川；缅甸北部
6	齿片无柱兰(*Amitostigma yuanum*)	贡山，福贡；西藏
7	蜀藏兜蕊兰(*Androcorys spiralis*)	察隅；西藏，青海，四川
8	台湾白芨(*Bletilla formosana*)	贡山，福贡，泸水；云南，四川，贵州，广西，台湾
9	波密卷瓣兰(*Bulbophyllum bomiense*)	贡山；西藏
10	短距虾脊兰(*Calanthe arcuata*)	贡山；湖北，四川
11	箭叶虾脊兰(*Calanthe davidii*)	贡山，福贡，龙陵；云南，四川，贵州，湖南，湖北，陕西
12	流苏虾脊兰(*Calanthe fimbriata*)	贡山；中甸，大理，维西，漾濞；西藏，四川，湖北，陕西
13	线叶隔距兰(*Cleisostoma filiforme*)	福贡，泸水；风亲；缅甸北部
14	圆柱隔距兰(*Cleisostoma teres*)	腾冲；云南南部，广东
15	惠兰(*Cymbidium faberi*)	贡山，泸水；云南西部、西北部；西藏，四川，广西，广东，湖南，湖北，江西，江苏，安徽，福建，台湾，甘肃，陕西，河南，河北
16	多花兰(*Cymbidium floribundum*)	贡山，福贡；云南多数地区；江南和西南各省区
17	短叶虎头兰(*Cymbidium wilsonii*)	察隅；云南，西藏
18	川滇杓兰(*Cypripedium corrygatum*)	察隅，贡山；云南西北部，西藏，四川
19	黄花杓兰(*Cypripedium flavum*)	贡山；德钦，维西，丽江；西藏，四川，青海，甘肃，湖北
20	绿花杓兰(*Cypridium henryi*)	贡山，德钦，维西；甘肃，湖北，陕西
21	丽江杓兰(*Cypridium lichiangense*)	缅甸与云南交界处；丽江；四川
22	离萼杓兰(*Cypridium plectrochilon*)	察隅；中甸，丽江，洱源，宁浪；四川，湖北
23	宽口杓兰(*Cypridium wardii*)	察隅；德钦
24	西南尖药兰(*Diphylax uniformis*)	贡山；四川，贵州
25	大叶火烧兰(*Epipactis mairei*)	泸水；云南西部、西北部；四川，湖北，陕西，甘肃
26	台湾盆距兰(*Gastrochilus formosanus*)	贡山，泸水；四川，陕西，湖南，湖北，台湾
27	鸡肾参(*Habenaria davidii*)	贡山；维西，丽江，蒙自，昆明；西藏四川，贵州

续表

种号	种名	分布
28	川滇玉凤花(*Habenaria mairei*)	贡山;会泽,景洪;西藏,四川,湖北
29	扇唇舌喙兰(*Hemipilia flabellata*)	贡山;兰坪,维西,中甸,漾濞,鹤庆,丽江,东川;西藏,四川,贵州,陕西
30	五角舌喙兰(*Hemipilia quinquangularis*)	贡山,福贡;德钦,维西至云南中部,四川
31	矮角盘兰(*Herminium chloranthum*)	察隅;云南,西藏,四川
32	单生角盘兰(*Herminium singulum*)	贡山;四川
33	川滇角盘兰(*Herminium souliei*)	泸水;中甸,丽江;西藏,四川
34	日本羊耳蒜(*Liparis japonica*)	贡山;漾濞至滇中;四川(不全?)
35	大花对叶兰(*Listera grandiflora*)	贡山;中甸,维西;西藏,四川,湖北
36	侧花兜被兰(*Neottianthe secundiflora*)	贡山;鹤庆;西藏
37	黄花红门兰(*Orchis chrysea*)	贡山;中甸,德庆;西藏
38	硬叶山兰(*Oreorchis nana*)	贡山;中甸,丽江;四川,湖北,陕西,甘肃
39	蝴蝶兰(*Phalaenopsis wilsonii*)	贡山;维西,丽江,大理;西藏,四川
40	岩生石仙桃(*Pholidota rupestris*)	贡山;兰坪,中甸,德庆,维西,丽江;西藏
41	云南石仙桃(*Pholidota yunnanensis*)	泸水;蒙自;四川,贵州,广西,湖南,湖北
42	察瓦龙舌唇兰(*Platanthera chiloglossa*)	贡山,察隅,福贡,德钦;西藏,四川
43	齿瓣舌唇兰(*Platanthera oreophila*)	福贡;中甸;四川
44	夹叶舌唇兰(*Platanthera stenophylla*)	贡山;西藏
45	岩生独蒜兰(*Pleione saxicola*)	贡山;西藏
46	二叶独蒜兰(*Pleione scopulorum*	贡山,福贡,腾冲;德钦;西藏
47	滇独蒜兰(*Pleione yunnanensis*)	贡山;大理和云南多数地区,四川,贵州
48	朱兰(*Pogonia yunnanensis*)	贡山;大理;西藏
49	少花大苞兰(*Sunipia intermedia*)	贡山;西藏

主要参考文献

李恒. 1994a. 独龙江地区种子植物区系的性质和特征. 云南植物研究，增刊 VI：1～100

李恒. 1994b. 掸邦-马来亚板块位移对独龙江区系的生物效应. 云南植物研究，增刊 VI：113～120

吴征镒. 1991. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究，增刊 IV：1～139

Hu Shiu-Ying，1971～1975. 中国兰科植物集览 The Orchidaceae of China. Ouarterty J. Taiwan Museum，Vol. 24，26，27，28

Seidenfaden G. 1975. Orchid genera in Thailand I-III *Calanthe*、*Cleisostoma*、*Coelogyne*. Dansk Bot Ark，29(2～4)

Seidenfaden G. 1976. Orchid genera in Thailand IV Liparis. L G Rich. Dansk Bot Ark，31(1)：1～105

Seidenfaden G. 1977. Orchid genera in Thailand V Orchidoideae. Dansk Bot Ark，31(2)：1～149

Seidenfaden G. 1978. Orchid genera in Thailand VI Neottioideae. Dansk Bot Ark，32(2)：1～195

Seidenfaden G. 1978. Orchid genera in Thailand VII Oberonia Lindl. & Malaxis Sol. ex Sw. Dansk Bot Ark，33(1)：1～94

Seidenfaden G. 1979. Orchid genera in Thailand VIII *Bulbophyllum Thou*. Dansk Bot Ark，33(3)：1～228

Seidenfaden G. 1982. Orchid genera in Thailand X *Trichotosia* Bl. & Eria Lin dl. Opera Bot，62：8～158

Seidenfaden G. 1983. Orchid genera in Thailand XI Cymbidieae Pfitz.. Opera Bot，72：5～124

Vaddhanaphuti Nantiya. 1997. A field guide to the wild orchids of Thailand. Chang Ma：Silkworm Books

The Diversity of Orchidaceae in Gaoligong Mountains, Yunnan

LI Heng[1] Bruce BARTHOLOMEW[2]

(1 Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204, China)

(2 California Academy of Sciences, San Francisco, CA 94118, USA)

Abstract The Orchidaceae, with 265 taxa (species and infraspecies) in 75 genera, is the largest family of seed plants in the Gaoligong Mountains. Forty-five of the orchid genera (60%) are primarily tropical while 29 (38.67%) are primarily temperate. Forty-three of the genera (57.33%) are terrestrial, 31 (41%) are epiphytic, and 3 (4%) are saprophytic. Predominantly the orchids of the Gaoligong Mountains are temperate terrestrial taxa totally 184 taxa, 69.43% including many species that occur from the Gaoligong Mountains to the East Himalayas and into Southeast China: The Gaoligong Mountains region includes endemic orchids which exhibit the following attributes: ① Two genera, *Bulleyia* and *Smithorchis*, are endemic to Yunnan with the center of distribution in the Gaoligong Mountains. ② Twenty-one taxa are endemic to the Gaoligong Mountains area. ③ There is not any endemic species from subfamily Vaniodeae, which is a typical tropical group. ④ There are more endemic species in the northern part of the region (14 endemic taxa in Gongshan Xian) than in the southern part (only 4 endemic taxa in Tengchong Xian). ⑤ There are only 10 species (4% of the total orchid taxa in the region) which are endemic to Yunnan, excluding those endemic to the region. ⑥ Fifty-one of the orchid taxa (19.25%) are endemic to China, excluding those endemic to the Gaoligong Mountains or Yunnan. Thus, the total number of endemic orchid species in the region reaches 82 (30.91%), including those endemic to the region, Yunnan and China. Orchids are a very specified group in the Gaoligong Mountains.

Key words Gaoligong Mountains, Orchidaceae, Biodiversity

独龙虾脊兰（兰科）的合格发表*

李 恒 李 嵘 刀志灵

（中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204）

摘 要 描述了国产虾脊兰属（兰科）植物一新种——独龙虾脊兰。该种因其唇瓣中裂片上有3个具短柄且能活动的金黄色球状附属物而有别于本属的其他类群。本种在体态上与疏花虾脊兰（*Calanthe henryi* Rolfe）、车前虾脊兰（*C. plantaginea* Lindl.）相近，不同之处在于本种的根状茎明显，叶在花期全部展开，花瓣倒卵状披针形，中萼片无毛；本种在体态上也与三褶虾脊兰［*C. triplicata*（Willem.）Ames］相近，区别在于本种的唇瓣中裂片先端内凹并具突尖，根状茎明显，假茎明显，叶柄不明显，距黄色，中萼片无毛，侧萼片无毛。

关键词 独龙虾脊兰，新种，云南，中国

1990～1991年的独龙江植物越冬考察队曾3次采集到虾脊兰属的一个新种，但一直未能正式发表，仅以黄花虾脊兰（*Calanthe dulongensis* H. Li，sp. nov.）一名在《独龙江地区植物》及《高黎贡山植物》两书中做了记载。吉占和教授生前在中国科学院昆明植物研究所标本馆查阅兰科植物标本时，多次对本种标本进行详细的研究，并确认此种成立，随后他于2000年3月14日致函本文作者建议尽快发表此新种，以便在编写 *Flora of China* 时增补。现将该新种（中文名重新拟为独龙虾脊兰）进行描述发表，借以纪念吉占和教授对中国兰科植物研究的卓越贡献和他对本文作者的指导和帮助。

独龙虾脊兰 新种 图1

Calanthe dulongensis H. Li，R. Li et Z. L. Dao，sp. nov.，Fig. 1

Calanthe dulongensis H. Li in Flora of Dulongjiang Region：340，1993；et in Flora of Gaoligong Mountains：1086. 2000，without giving Latin description and designating holotype，nom. inval.

Species nova *C. henryi* Rolfe et *C. plantagineae* Lindl. affinis，sed lobos labelli intermedio superne brachypodis sphaericis mobilibus aureolinis tribus obsito，rhizomate conspicuo，petalis obovato-lanceolatis，sepalo intermedio utrinque glabro differt；a *C. triplicata*（Willem.）Ames lobos labelli intermedio apice leviter retusis cum apiculo interjecto，rhizomate conspicuo，pseudocaule conspicuo，petiolo obscuro，calcari flavo，sepalo intermedio utrinque glabro，sepalis lateralibus utrinque glabris differt.

Herba terrestrial，50cm alta，radicibus densis，elongatis，dense canis-fuscis pubes-

* 本文2003年发表于《植物分类学报》，41(3)：267～270。

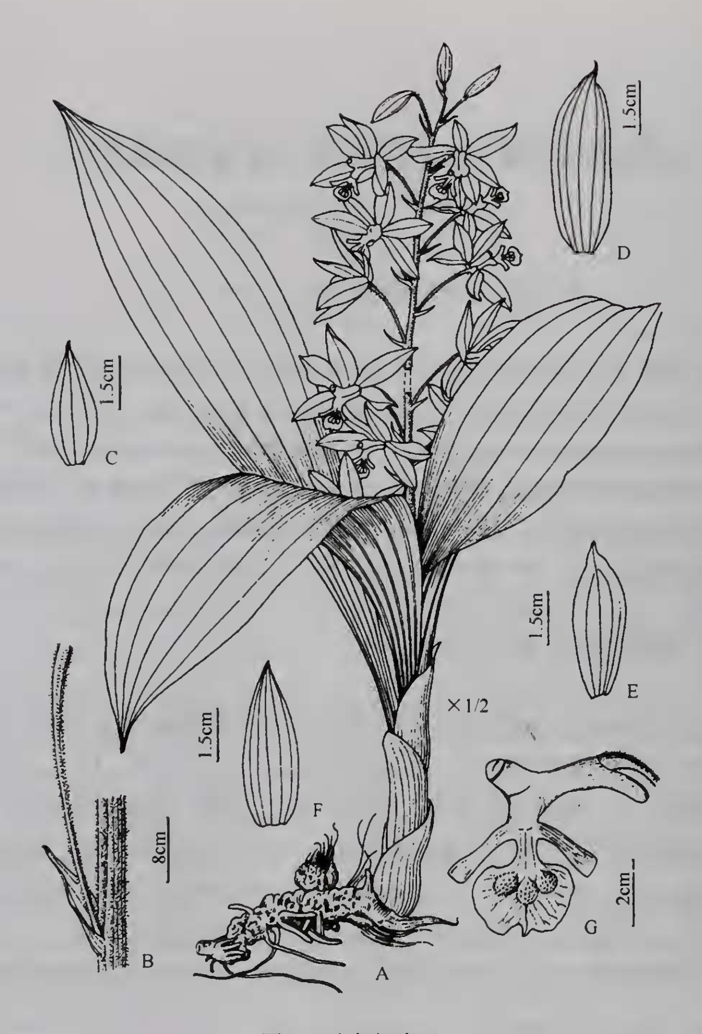


图 1　独龙虾脊兰

A：植株；B：花序一部分示花苞片及毛被；C：花苞片；D：中萼片；E：花瓣；
F：侧萼片；G：带有蕊柱、子房和花梗的唇瓣。（吴锡麟 绘）

Fig. 1 *Calanthe dulongensis* H. Li, R. Li et Z. L. Dao.

A: Habit; B: Floral bract and pubescences with part of inflorescence; C: Floral bract;
D: Dorsal sepal; E: Petal; F: Lateral sepal; G: Lip with column, ovary and pedicel
(Drawn by WU Xi-Lin)

centibus. Rhizoma circ. 6.5cm longum. Pseudobulbus viridio-nigrus, subovatus, 1.5cm longus, circ. 2cm in diam., veternus extus fibrosus petiolis obsitus. Cataphylla 4, viridula, ovata vel ovato-lanceolata, 3～9.5cm longa, apice subulata. Pseudocaulis 8～12cm longus. Folia 3, viridia, elliptica usque subovato-elliptica, 30～40cm longa (pseudocaulibus inclusis), 4.5～7.5cm lata, apice acuta vel acuminata, basi attenuata, margine integra, utrinque glabra, nervi primarii 6; petiolus obscurus. Scapus 1, cum foliis novellis coaetanea, suberectus, ad 38cm altus, folia novella multosuperans, dense

puberulus; pedunculus 22cm longus, infra inflorescentiam vaginis 2～3 ornatus; racemus 16cm longus, laxe 20～25-florus; bracteae albae, membranaceae, lanceolatae, persistentes, 9～11mm longae, apice acuminatae, dorso pubescentes vel subglabrae; pedicelli cum ovaris 1.8～2.5cm longi, dense pubescentes; sepala et petala flavo-viridia, sepalo intermedio oblongo-elliptico, 18mm longo, 6mm lato, apice acuto, 5-nervato, utrinque glabro, sepalis lateralibus ellipticis, 15mm longis, 4mm latis, apice mucronatis, 5-nervatis, utrinque glabris; petala obovato-lanceolata, 15mm longa, 5mm lato, apice obtusa cum apiculo interjecto, 3-nervata; labellum basi flavum, columnae adnatum, antice album, tripartitum, lobis lateralibus angusteoblongis circ. , 6mm longis, 2mm latis, apice obliquecuneatis, lobo intermedio reniformi, 5mm longo, 7.5mm lato, apice leviter retuso cum apiculo interjecto, superne 3 appendicibus breve stipitatis globosis aureis instructo, longe unguiculato, ungue 4mm longo, 1.4mm lato; calumn flava, cylindraceum, patens, 5.5mm longum, apice obtusum, extus sparse pubescente; columna flava, circ. 8mm longa, superne ampliata, utrinque glabra; rostellum flavidum; operculum flavidum, antice in rostellum angustatum. Fl. Apr.

China Yunnan（云南）: Gongshan（贡山）, Dulongjiang Valley（独龙江流域）, Dizhengdang（迪正当）, alt. 1900m, under forest, 1991-04-15, Dulongjiang Valley Exped.（独龙江考察队）5896（holotype, here designated, KUN）; Gongshan（贡山）, Dulongjiang Valley（独龙江流域）, Mugang（木岗）, alt. 2200m, under forest, 1991-04-17, Dulongjiang Valley Exped.（独龙江考察队）6144（KUN）; Gongshan（贡山）, Dulongjiang Valley（独龙江流域）, Xianghong（向红）, alt. 2300m, under forest, 1991-04-22, Dulongjiang Valley Exped.（独龙江考察队）6501（KUN）.

多年生陆生草本，植株高约 50cm。根密集，伸长，密被灰褐色柔毛，根状茎长 6.5cm，假鳞茎绿黑色，近卵形，长 1.5cm，直径约 2cm，老假鳞茎外被纤维状叶柄残余；鳞叶 4 枚，绿色，卵形至卵状披针形，长 3～9.5cm，先端锐尖，假茎长 8～12cm。叶 3 枚，绿色，椭圆形至倒卵状椭圆形，叶长 30～40cm（含假茎部分），宽 4.5～7.5cm，先端急尖或渐尖，基部渐狭，全缘，两面无毛，基出主脉 3 对；叶柄不明显。花葶 1，与新叶同出，近直立，长达 38cm，远长于新叶，密被短柔毛；花序柄长 22cm，疏生 2～3 枚不育苞片；总状花序长 16cm，疏生 20～25 朵花；花苞片白色，膜质，宿存，披针形，长 9～11mm，先端渐尖，背面被短柔毛或近无毛；花梗和子房长 1.8～2.5cm，密被短柔毛；萼片和花瓣黄绿色，中萼片长圆状椭圆形，长 18mm，宽 6mm，先端急尖，具 5 条脉，无毛；侧萼片椭圆形，长 15mm，宽 4mm，先端具短尖，具 5 条脉，无毛；花瓣倒卵状披针形，长 15mm，宽 5mm，先端钝并稍具短尖，具 3 条脉；唇瓣基部黄色，贴生于蕊柱上，前部白色，3 深裂；侧裂片狭长圆形，长约 6mm，宽约 2mm，先端斜楔形；中裂片肾形，长 5mm，宽 7.5mm，先端内凹并具突尖，上有 3 个具短柄且能活动的金黄色球状附属物，具长爪，爪长 4mm，宽 1.4mm；距黄色，圆筒形，伸直，长 5.5mm，末端钝，外面疏被短柔毛；蕊柱黄色，长约 8mm，上端扩大，无毛；蕊喙淡黄色；药帽淡黄色，在前端收缩呈喙状。花期 4 月。

本种因叶柄与叶鞘连接处无关节、花苞片宿存、花序具短柔毛和唇瓣基部贴生于蕊柱上等特征而隶属于虾脊兰亚属（subgen. *Calanthe*）虾脊兰组（sect. *Calanthe*）。本种在形态上与疏花虾脊兰（*Calanthe henryi* Rolfe）和车前虾脊兰（*Calanthe plantaginea* Lindl.）相近，不同之处在于本种的唇瓣中裂片上有3个具短柄且能活动的金黄色球状附属物，根状茎明显，花瓣倒卵状披针形，中萼片无毛；本种在形态上也与三褶虾脊兰［*Calanthe triplicata*（Willem.）Ames］相似，区别在于本种的唇瓣中裂片先端内凹并具突尖，根状茎明显，假茎明显，叶柄不明显，距黄色，中萼片无毛，侧萼片无毛。

本种目前仅在贡山县独龙江流域的山坡针阔叶混交林下有所发现，该地区因其特殊的地质地貌和多样的生态环境，为植物的生长发育创造了优越的条件，在长期的物种形成与演化过程中，该流域造就了丰富的地方特有种。

致谢 吉占和教授生前对本种的成立予以确认，吴锡麟先生帮助绘图，特此表示感谢！

Validation of *Calanthe dulongensis*（Orchidaceae）

LI Heng　LI Rong　DAO Zhi-ling

（Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Kunming　650204）

Abstract By giving a full Latin description and designating the holotype, *Calanthe dulongensis* H. Li, R. Li & Z. L. Dao, a new species of Orchidaceae from Dulongjiang Valley of Gongshan County, Yunnan Province, is validated. The species is distinguished by its mid-lobe with 3 shortly stipitate and golden-yellow globose appendages. It is similar to *C. henryi* Rolfe and *C. plantaginea* Lindl. by its conspicuous rhizome, obovate-lanceolate petals and glabrous dorsal sepal. It is also perhaps related to *C. triplicata* (Willem.) Ames by its emarginated mid-lobe conspicuous rhizome, and pseudostem, obscure petioles, yellow spur of the lip and glabrous sepals.

Key words *Calanthe dulongensis* H. Li, R. Li et Z. L. Dao, New species, Yunnan, China

A New Species of *Colocasia* (Araceae) from Mts. Gaoligong, China*

LI Heng LONG Chun-lin

(Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Heilongton, Kunming 650204, China)

Summary

A new species of the genus *Colocasia*- *C. gaoligongensis* H. LI & C.-L. LONG- from China, Yunnan, Tengchong County is described.

Zusammenfassung

Eine neue Art der Gattung *Colocasia*-*C. gaoligongensis* H. LI&C. -L. LONG- aus China, Yunnan, Provinz Tengchong, wird beschrieben.

Colocasia gaoligongensis H. LI & C. L. LONG, sp. nova

Species nova *Colocasia esculenta* (L.) SCHOTT affinis sed rhizomatibus brevioribus, 2～3cm longis, 7～8mm crassus, spathae lamina obovata vel obtriangulata, 7～8.5cm longa, 5.5～6cm lata, spadice exappendice differt.

Type: China, Yunnan, Tengchong County. Hills at south end of Tengchong valley, 25°N, alt. 3700m above sea level, moist shady, thickets. Plant of 2pt. Spath thick and fleshy, deep golden yellow, flowers same. July 1912, *GEORGE FORREST 9137* (holotype, E).

Stem short, less than 2cm long, c. 3cm in diameters. Rhizomates 4, short, (2～) 3mm×0.7 (～8) mm. Petiole 55cm long, lower half sheathing. Blade peltate, ovate cordate, 32cm×20cm, posterior lobes rounded, 11cm long, 7cm connate, basal ribs well developed, primary lateral veins 5 per side, pinnate, marginal vein 1, interprimary collective veins inconspicuous.

Inflorescences 3～4, appearing with leaves. Peduncle about 50cm long, shorter than petiole. Spathe 13～15cm long, constricted between tube and blade, tube with convolute margins, oblong, 4.5～5cm long, 1.4～1.7cm in diameter, blade deep golden yellow, obovate to triangulate, 7～8.5cm long, 5.5～6cm wide, opening, acute or obtuse at apex, convolute at base. Spadix sessile, deep golden yellow. Female zone cylindric, 30mm×3(4)mm; sterile zone narrower, 15mm×3mm; male zone cylindric,

* 本文1999年发表于 Feddes Repertorium. 110(5～6): 423～424。

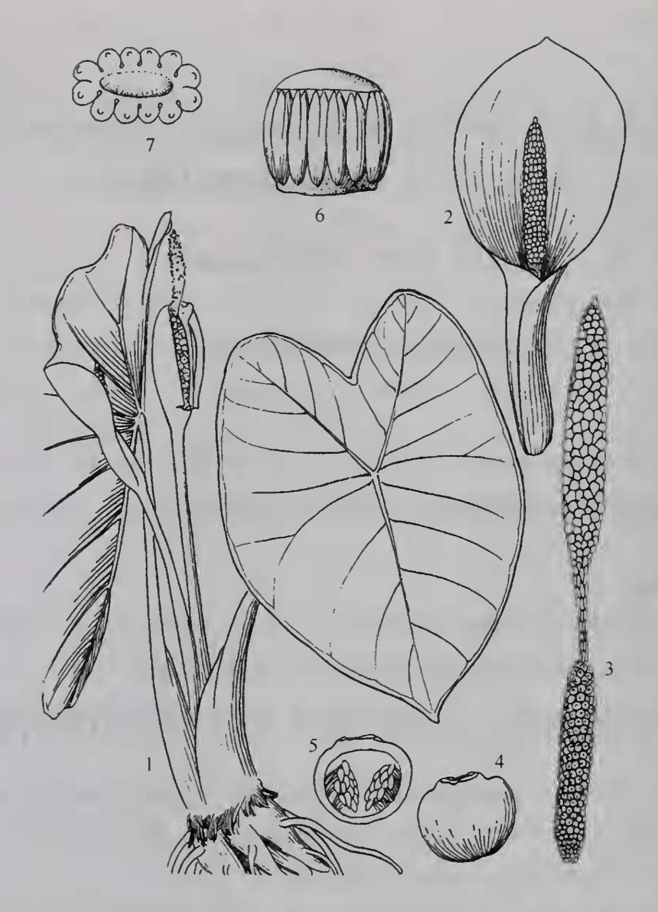


Fig. 1 *Colocasia gaoligongensis* H. LI & C. L. LONG, sp. nova
1: Flowering plant; 2: Spadix with spathe; 3: Spadix; 4: Gynoecium; 5: Gynoecium, longitudinal section; 6: Synandrium; 7: Synandrium, top view (Drawn by YITAO LI)

45mm×4mm. Apice acute, terminal appendix absent.

Flowers unisexual. Male flowers: 4～6-androus, stamens connate into a synandrium, thecae lateral, linear, dehiscing by apicale pole. Sterile flowers: synandrodes depressed-obpyramidal, truncate, apically depressed oblong, rhombic. Female flowers: ovary ovoid, 1-locular, ovules many, fusiform; stigma sessile, discoid. Flowering in July.

Specimens examined: China, Yunnan, Tengchong, the South of Mts. Gaoligong. *GEORGE FORREST 9137*, July 1912 (holotype, E).

Distribution: endemic to Mts. Gaoligong region, western Yunnan, SW China.

Notes: The specimen *GEORGE FORREST 9137* was collected from Tengyueh (Tengchong) in 1912. In the original label some are not correct: It was determined as "*Gonatathus* sp.". On July 3rd 1962, D. H. NICOLSON determined as "*Colocasia esculenta* (L.) SCHOTT". However, by a detailed comparison, the Tengchong specimen

GEORGE FORREST 9137 is different from *C. esculenta* by the widely opening obovate spathe blade and spadix without appendix.

References (Leave out)

高黎贡山地区杜鹃花科特有植物*

刀志灵[1]　郭辉军[2]

（1 中国科学院昆明植物研究所，昆明　650204）

（2 中国科学院昆明分院，昆明　650033）

摘　要　高黎贡山地区拥有丰富的杜鹃花科特有植物种类。分布于高黎贡山的杜鹃花科特有植物达 93 种及变种，占该地区杜鹃花科总种数和变种数 187 种的 49%强，其中有中国特有种 38 种及变种，云南特有种 5 种，高黎贡山地区特有种 50 种及变种。本文分别对不同类别的杜鹃花科特有种及其分布进行讨论。

关键词　杜鹃花科，特有植物，高黎贡山，分布

分类号　Q 948

1　高黎贡山是杜鹃花科主产区和特有植物的高产区

高黎贡山地区包括云南西部和缅甸北部的一部分地区，中国境内包括贡山、福贡、泸水、保山等县的怒江以西部分和腾冲县全境，以及西藏察隅东南部的日东和察瓦龙等部分地区，位于怒江（萨尔温江）和恩梅开江（伊洛瓦底江）两大水系之间的一个狭长地区。由于资料有限，所以将分布于缅甸东北部的较有把握的一部分种类也作为高黎贡山特有种。以下将要讨论的高黎贡山特有种就是指仅见于这一区域内的种类。

高黎贡山地区是中国杜鹃花科植物主产区之一，共有杜鹃花科植物 9 属 187 种及变种，分别占云南产杜鹃花科植物属和种的 90%和 49%强。对高黎贡山杜鹃花科植物研究表明，高黎贡山是杜鹃花科植物特有现象十分突出的地区，高黎贡山的 187 种杜鹃花科植物中，高黎贡山特有种类达 50 种（包括变种），占该地区杜鹃花科总种数的 26%强；云南特有种 5 种，占高黎贡山地区杜鹃花科种数的 2.67%；中国特有种也较为丰富，共有 38 种及变种，占高黎贡山地区杜鹃花科总种数的 20%强。3 个类别特有种合计占高黎贡山地区杜鹃花种数的 49%强，这充分反映了高黎贡山独特的地质历史和生态环境及区系特征。以下将分别对杜鹃花科中国特有种、云南特有种和高黎贡山地区特有种分别进行讨论。

2　杜鹃花科高黎贡山地区特有种及其分布

在高黎贡山如此狭小的地域内，杜鹃花科植物多样性丰富度之高，其特有植物出现的密度和频率之高，是中国和云南其他地区无法比拟的。高黎贡山分布着 9 属 187 种（包含变种），属于地区特有的植物种类就达 5 个属 50 种，而其他地区如大兴安岭整个杜鹃花科仅有 6 属 9 种，东北植物区系地区有 7 属 19 种，东北平原植物区系亚地区有 1

---

* 本文 1999 年发表于《云南植物研究》，（增刊 XI）：16～23。

属1种，华北地区有3属11种，华中植物区有5属106种，华东植物区有6属49种，而特有种所占的数量和比例就小得多。高黎贡山的杜鹃花科特有种数占该地区杜鹃花科总种数的26%，可以从一个侧面说明高黎贡山地区植物区系的特殊性和重要性。同时，我们认为，在如此狭小的地域内，地区特有植物就是珍稀植物，这更充分说明，高黎贡山作为一些特殊类群植物的分布地域，具有重要的研究和保护价值。

表1和表2分别列出了高黎贡山杜鹃花科（Ericaceae）特有种及杜鹃属（*Rhododendron*）特有种及其分布地区和海拔范围，经分析，我们得出以下几点结论。

表1　杜鹃花科地区特有种及其分布

种名	分布	海拔/m
岩须属(*Cassiope*)1种		
膜叶岩须(*Cassiope membranifolia*)	泸水	3600
金叶子属(*Craibiodendron*)1种		
怒江金叶子(*Craibiodendron forrestii*)	福贡、泸水	1200～1500
白珠属(*Gaultheria*)6种		
粗糙丛林白珠(*Gaultheria dumicola* var. *aspera*)	贡山、福贡、泸水、察隅、缅甸东北部	2000～2100
高山丛林白珠(*Gaultheria dumicola* var. *petanoneuron*)	贡山、福贡、泸水、腾冲、保山、察隅	2400～(2700)～3100
短穗白珠(*Gaultheria notabilis*)	贡山、腾冲	1000～2400
平卧白珠(*Gaultheria prostrata*)	贡山	4200
假短穗白珠(*Gaultheria pseudonotabilis*)	贡山、缅甸东北部	1260～2400
伏地白珠(*Gaultheria suborbicularis*)	贡山、西藏察隅	1200～1500
珍珠花属(*Lyonia*)1种		
大萼珍珠花(*Lyonia macrocalyx*)	贡山、福贡、腾冲、保山、龙陵、缅甸北部	1600～2000～(3200)
杜鹃属 *Rhododendron*（按系统排列）41种(和变种)		
I. Subgenus *Hymenanthes* 常绿杜鹃亚属　23种及变种		
1. Sect. Ponticum 常绿杜鹃组		
(1)Subsect Grandia(2)		
翘首杜鹃(*Rhododendron protistum*)	贡山、福贡、腾冲、缅甸东北部	1560～2500
大树杜鹃(*Rhododendron protistum* var. *giganteum*)	贡山、泸水、腾冲	2700～3300
(2)Subsect Irrorata(5)		
贡山杜鹃(*Rhododendron gongshanense*)	贡山	1400～2800
(3)Subsect Parishia(6)		
淡黄杜鹃(*Rhododendron flaviflorum*)	泸水	2700
星毛杜鹃(*Rhododendron asterochnoum*)	贡山、福贡、泸水、缅甸东北部	1600～2700
裂萼杜鹃(*Rhododendron schistocalyx*)	腾冲	3000～3300
(4)Subsect Barbata(10)		
腺背长粗毛杜鹃(*Rhododendron crinigerum* var. *euadenium*)	贡山	2800～3900
长萼杜鹃(*Rhododendron longicalyx*)	腾冲	3000～3300
粗毛杜鹃(*Rhododendron habrotrichum*)	腾冲、缅甸东北部	3000
红粗毛杜鹃(*Rhododendron rude*)	贡山、福贡	2400

续表

种名	分布	海拔/m
泡毛杜鹃(*Rhododendron vesiculiferum*)	贡山、西藏察隅、缅甸东北部	2500～3000
(5)Subsect. Griersoniana(11)		
朱红大杜鹃(*Rhododendron griersonianum*)	腾冲、缅甸东北部	1680～2700
(6)Subsect Campylocarpa(13)		
白花柳叶杜鹃(*Rhododendron callimorphum* var. *myiagrum*)	福贡、泸水、腾冲、缅甸东北部	3000
(7)Subsect. Thomsonia(15)		
粉果杜鹃(*Rhododendron hylaeum*)	贡山、西藏察隅、缅甸东北部	2500～3400
红萼杜鹃(*Rhododendron meddianum*)	泸水、腾冲、缅甸东北部	2620～3700
腺房红萼杜鹃(*Rhododendron meddianum* var. *atrokermesinum*)	泸水、缅甸东北部	3000～3300
(8)Subsect. Neriiflora(17)		
碧江杜鹃(*Rhododendron bijiangense*)	福贡	2900
可喜杜鹃(*Rhododendron dichroanthum* var. *apodectum*)	福贡、腾冲	2600～3600
杯萼两色杜鹃(*Rhododendron dichroanthum* var. *scyphocalyx*)	贡山、福贡、泸水、腾冲	2900～3900
腺梗两色杜鹃(*Rhododendron dichroanthum* var. *septentrionale*)	贡山、福贡、缅甸北部	3000～4200
滇西杜鹃(*Rhododendron euchroum*)	福贡	3050～3300
腺梗杯萼杜鹃(*Rhododendron pocophorum* var. *hemidartum*)	贡山、西藏察隅	3300～4200
粉红滇藏杜鹃(*Rhododendron temenium* var. *dealbatum*)	贡山、察隅	3600～4200
II(IV). Subgenus *Rhododendron* 杜鹃亚属 15 种		
1. Sect. Rhododendron		
(1)Subsect. Edgeworthia(1)		
黄花泡叶杜鹃(*Rhododendron seinghkuense*)	贡山、西藏察隅、缅甸东北部	2200～3500
(2)Subsect. Maddenia(3)		
瘤枝杜鹃(*Rhododendron asperulum*)	贡山、察隅、缅甸东北部	1400
香花白杜鹃(*Rhododendron ciliipes*)	贡山、福贡、腾冲	2500～3300
附生杜鹃(*Rhododendron dendricola*)	贡山、福贡、缅甸北部	1350～1900
翘柄杜鹃(*Rhododendron fletcherianum*)	贡山、察隅	3450
褐叶杜鹃(*Rhododendron pseudociliipes*)	福贡、泸水、缅甸东北部	2400～3050
菱形叶杜鹃(*Rhododendron rhombifolium*)	贡山	1800～1900
红晕杜鹃(*Rhododendron roseatum*)	福贡、腾冲	2000～3000
薄皮杜鹃(*Rhododendron taronense*)	贡山	1250～1600
(3)Subsect. Cinnabarina(4)		
侧花杜鹃(*Rhododendron lateriflorum*)	贡山	2700～3400
(4)Subsect. Heliolepida(5)		
毛冠亮鳞杜鹃(*Rhododendron heliolepis* var. *oporinum*)	福贡、腾冲、缅甸东北部	3400
凸脉杜鹃(*Rhododendron hirsutipetiolatum*)	福贡	3400
(5)Subsect. Triflora(6)		
白面杜鹃(*Rhododendron zaleucum*)	福贡、腾冲、缅甸东北部	2800～3400
(6)Subsect. Saluenensia(8)		
独龙江杜鹃(*Rhododendron keleticum*)	贡山、福贡、西藏察隅、缅甸东北部	3000～3880

续表

种名	分布	海拔/m
(7)Subsect. Boothia(13)		
纯黄杜鹃(*Rhododendron chrysodoron*)	贡山、福贡、缅甸东北部	2600～2800
III(V). Subgenus *Pseudazalea* 毛枝杜鹃亚属 1 种		
常绿糙毛杜鹃(*Rhododendron lepidostylum*)	腾冲	3050～3650
IV(VI). Subgenus *Azaleastrum* 马银花亚属 1 种		
长蒴杜鹃(*Rhododendron stenaulum*)	贡山、福贡、缅甸东北部	1700～2300
V(VII). Subgenus *Pseudorhodorastrum* 糙叶杜鹃亚属 1 变种		
少毛柳条杜鹃(*Rhododendron virgatum* var. *glabriflorum*)	贡山	2000

表 2　高黎贡山杜鹃花科云南特有种及其分布

云南特有种	分布	海拔/m
1. 银毛岩须(*Cassiope argyrotricha*)	福贡怒江东西两岸	4250
2. 柳叶金叶子(*Craibiodendron henryi*)	贡山、维西、丽江、大理、漾濞、思茅、景东、蒙自	1200～2800
3. 丛林白珠(*Gaultheria dumicola*)	贡山、福贡、泸水、腾冲、梁河、龙陵、维西、德钦、麻栗坡	1400～2200
4. 云上杜鹃(*Rhododendron pachypodum*)	腾冲、保山、云龙、漾濞、大理、巍山、弥渡、凤庆、双江、临沧、景东、思茅、楚雄、双柏、新平、元江、富民、昆明、江川、金平、屏边、文山、西畴、广南、麻栗坡	2800～3100
5. 平卧怒江杜鹃(*Rhododendron saluenense* var. *prostratum*)	贡山、维西、德钦、中甸①、丽江	3300～4800

①民政部 2001 年 12 月 17 日批准中甸县更名为香格里拉。——编者注

2.1　高黎贡山地区是杜鹃花科特有种的高产区

分布于高黎贡山的 187 种杜鹃花科植物中，高黎贡山特有的杜鹃花科植物达 5 属 50 种，特有种主要集中在杜鹃属（*Rhododendron*）内，有 41 个特有种及变种，占该地杜鹃属 140 种和变种的 29.28%；其次为白珠属（*Gaultheria*）有 6 个特有种及变种；而岩须属（*Cassiope*）、金叶子属（*Craibiodendron*）和珍珠花属（*Lyonia*）各有 1 个特有种。

2.2　高黎贡山北段特有种密度远远大于南段

分布在整个高黎贡山地区的杜鹃属的 41 个特有种及变种中，24 个种为北段特有种，即见于贡山、福贡及泸水三县，如滇西杜鹃（*Rhododendron euchroum*）、贡山杜鹃（*R. gongshanense*）、红粗毛杜鹃（*R. rude*）等；5 个种为南段特有种，即仅见于腾冲、保山两县，如长萼杜鹃（*R. diphrocalyx*）、朱红大杜鹃（*R. griersonianum*）、粗毛杜鹃（*R. habrotrichum*）、常绿糙毛杜鹃（*R. lepidostylum*）及裂萼杜鹃（*R. schistocalyx*）；南北共有的特有种 12 种，如香花白杜鹃（*R. ciliipse*）、翘首杜鹃（*R. protistum*）、红萼杜鹃（*R. meddianum*）等。

2.3 高黎贡山杜鹃属特有种原始类群居多

分布于高黎贡山的杜鹃属41个特有种（包括变种）分别归属于5个亚属（H. Sleumer系统），以较为原始的常绿杜鹃亚属和杜鹃亚属居多。其中，常绿杜鹃亚属（Subgenus I. *Hymenanthes*）有14个特有种，9个特有变种，约占41个特有种的56%；杜鹃亚属（Subgenus IV. *Rhododendron*）有14个特有种，1个特有变种，约占特有种的36%；余为毛枝杜鹃亚属（Subgenus V. *Pseudazalea*）、马银花亚属（Subgenus VI. *Azaleastrum*）、糙叶杜鹃亚属（Subgenus VII. *Pseudorhodorastrum*）各1个特有种（表2）。

2.4 高黎贡山是杜鹃花科杜鹃属植物的分化中心之一

杜鹃属分布在高黎贡山的有140种（及变种），是高黎贡山种子植物最大的属。其中，有中国特有种32种，云南特有种2种，高黎贡山特有种（及变种）达41种，三者合计占全属140种（及变种）的53%，其特有化系数极大，表明杜鹃属在高黎贡山的分化强度大。在杜鹃属中，除高黎贡山地区特有种外，其他类别的特有种也大部分起源于高黎贡山地区。无论从种群密度和特有种的丰富度等方面分析，高黎贡山都是杜鹃花属的主要分化中心。

3 杜鹃花科云南特有种在本地区的分布

高黎贡山杜鹃花科云南特有种虽然只有5个种（表3），但其在云南的分布具有明显的特点，除了云上杜鹃（*Rhododendron pachypodum*）1种分布于生态对角线的两侧外，其他种类都分布在对角线的西南侧，形成一个弧形的分布式样，说明高黎贡山杜鹃花科植物区系也深受板块位移的影响（图1及表2）。

表3 杜鹃花科中国特有种及其分布

中国特有种种名	分布地区
1. 蓖叶岩须(*Cassiope pectinata*)	云南贡山、维西、中甸、德钦、丽江；西藏察隅 、林芝；四川西部
2. 灯笼树(*Enkianthus chinensis*)	云南贡山、维西、德钦、中甸、丽江、大理、鹤庆、景东、宜良、文山、麻栗坡；四川、贵州、广西、湖南、湖北、江西、安徽
3. 四川白珠(*Gaultheria cuneata*)	云南贡山、德钦、昭通；西藏墨脱；四川西部；贵州
4. 地檀香(*Gaultheria forrestii*)	云南贡山、维西、德钦、丽江、大理、漾濞、洱源、景东、文山、砚山；四川米易、会东
5. 草地白珠(*Gaultheria praticola*)	云南贡山、德钦；西藏墨脱、波密
6. 白果华白珠(*Gaultheria sinensis* var. *nivea*)	云南贡山、福贡；西藏察隅 ；四川
7. 矮柱杜鹃(*Rhododendron brachyanthum*)	云南贡山、腾冲、大理、景东；西藏墨脱
8. 变光杜鹃(*Rhododendron calvescens*)	云南贡山、福贡、德钦、维西；西藏察瓦龙 、四川木里
9. 毛背云雾杜鹃(*Rhododendron chamaethomsonii* var. *chamaedoron*)	云南贡山、德钦；西藏察隅
10. 橙黄杜鹃(*Rhododendron citriniflorum*)	云南贡山、福贡、德钦；西藏察隅

续表

中国特有种种名	分布地区
11. 美艳杜鹃(*Rhododendron citriniflorum* var. *horaeum*)	云南贡山、福贡、维西、德钦;西藏察隅
12. 革叶杜鹃(*Rhododendron coriaceum*)	云南贡山、福贡、维西、德钦、丽江;西藏察隅
13. 光蕊杜鹃(*Rhododendron coryanum*)	云南贡山、福贡、维西;西藏波密、林芝
14. 锈红杜鹃(*Rhododendron compiexum*)	云南贡山、中甸、丽江;四川木里
15. 长柄杂色杜鹃(*Rhododendron eclecteum* var. *bellatulum*)	云南贡山、德钦;西藏察隅
16. 华丽杜鹃(*Rhododendron eudoxum*)	云南贡山、维西、德钦;西藏察隅
17. 白毛华丽杜鹃(*Rhododendron eudoxum* var. *mesopolium*)	云南贡山、德钦;西藏察隅
18. 绵毛杜鹃(*Rhododendron floccigerum*)	云南贡山、福贡、维西、德钦、中甸;西藏察隅
19. 蜡叶杜鹃(*Rhododendron lukiangense*)	云南贡山、维西、德钦、中甸、兰坪、丽江;四川木里
20. 墨脱杜鹃(*Rhododendron montroseanum*)	云南贡山;西藏墨脱
21. 魁斗杜鹃(*Rhododendron praestans*)	云南贡山、维西、德钦、丽江;西藏察隅
22. 樱草杜鹃(*Rhododendron primulaeflorum*)	云南贡山、福贡、维西、德钦、中甸 、丽江;西藏昌都、八宿、工布江达、郎县、林周、拉萨;四川西南部
23. 兜尖卷叶杜鹃(*Rhododendron roxieanum* var. *cucullatum*)	云南福贡、德钦、中甸、剑川;西藏察隅;四川西南部
24. 红棕杜鹃(*Rhododendron rubiginosum*)	云南贡山、福贡、维西、中甸、丽江、大理、洱源、宾川;西藏察隅
25. 血红杜鹃(*Rhododendron sanguineum*)	云南贡山、维西、德钦;西藏察隅、波密
26. 淡色血红杜鹃(*Rhododendron sanguineum* var. *cloiophorum*)	云南贡山、德钦;西藏察隅
27. 黄血红杜鹃(*Rhododendron sanguineum* var. *didymoides*)	云南贡山、德钦;西藏察隅
28. 黑红血红杜鹃(*Rhododendron sanguineum* var. *didymum*)	云南贡山、德钦;西藏察隅
29. 紫红血红杜鹃(*Rhododendron sanguineum* var. *haemaleum*)	云南贡山、德钦;西藏察隅
30. 糙叶杜鹃(*Rhododendron scabrifolium*)	云南腾冲、丽江、漾濞、大理、洱源、鹤庆、永胜、大姚;四川盐边、盐源
31. 多变杜鹃(*Rhododendron selense*)	云南贡山、维西、德钦、中甸;西藏察隅
32. 刚毛杜鹃(*Rhododendron setiferum*)	云南贡山、德钦;西藏察隅
33. 大果杜鹃(*Rhododendron sinonuttallii*)	云南贡山、福贡、维西;西藏察隅
34. 糠秕杜鹃(*Rhododendron sperabiloides*)	云南贡山、维西;西藏察隅
35. 爆杖花(*Rhododendron spinuliferum*)	云南腾冲、景东、大理、建水、富民、双柏、禄丰、通海、易门、昆明、禄劝、路南、寻甸、巧家;四川渡口、会东、西昌
36. 滇藏杜鹃(*Rhododendron temenium*)	云南贡山、德钦;西藏察隅
37. 黄花滇藏杜鹃(*Rhododendron temenium* var. *gilvum*)	云南贡山、德钦;西藏察隅
38. 黄杯杜鹃(*Rhododendron wardii*)	云南福贡、维西、德钦、中甸、丽江;西藏波密、林芝、米林、墨脱;四川盐源



图 1　高黎贡山杜鹃花科云南特有种分布图

1：银毛岩须（*Cassiope argyrotricha*）；2：柳叶金叶子（*Craibiodendron henryi*）；3：丛林白珠（*Gaultheria dumicola*）；4：云上杜鹃（*Rhododendron pachypodum*）；5：平卧怒江杜鹃（*Rhododendron salunense* var. *prostratum*）

4　杜鹃花科中国特有种及其分布

属中国特有种的杜鹃花科植物在本地区非常丰富，共有 38 种（包括变种），其中以杜鹃属居多，有 32 种及变种，其次为白珠属，有 3 种 1 变种，岩须属（*Cassiope*）、灯笼树属（*Enkianthus*）各 1 种（表 3）。

38 个分布于高黎贡山的中国特有种中，仅有灯笼树（*Enkianthus chinensis*）1 个种分布到华东的安徽省，其余 37 个种的分布都止于西南地区，主要集中分布于云南西北部、西藏东南部、四川西南部，仅有四川白珠（*Gaultheria cuneata*）1 个种分布于贵州。

分布于高黎贡山并止于西南地区的中国特有种中：

（1）滇藏共有种最多，达 24 种及变种，即草地白珠（*Gaultheria praticola*）、矮柱杜鹃（*Rhododendron brachyanthum*）、毛背云雾杜鹃（*R. chamaethomsonii* var. *chamaedoron*）、橙黄杜鹃（*R. citriniflorum*）、美艳杜鹃（*R. citriniflorum* var. *ho-*

raeum)、革叶杜鹃（*R. coriaceum*）、光蕊杜鹃（*R. coryanum*）、长柄杂色杜鹃（*R. eclecteum* var. *bellatulum*）、华丽杜鹃（*R. eudoxum*）、白毛华丽杜鹃（*R. eudoxum* var. *mesopolium*）、绵毛杜鹃（*R. floccigerum*）、墨脱杜鹃（*R. montroseanum*）、魁斗杜鹃（*R. praestans*）、红棕杜鹃（*R. rubiginosum*）、血红杜鹃（*R. sanguineum*）、淡色血红杜鹃（*R. sanguineum* var. *cloiophorum*）、黄血红杜鹃（*R. sanguineum* var. *didymoides*）、黑红血红杜鹃（*R. sanguineum* var. *didymum*）、紫红血红杜鹃（*R. sanguineum* var. *haemaleum*）、多变杜鹃（*R. selense*）、刚毛杜鹃（*R. setiferum*）、大果杜鹃（*R. sinonuttallii*）、糠秕杜鹃（*R. sperabilioides*）、滇藏杜鹃（*R. temenium*）、黄花滇藏杜鹃（*R. temenium* var. *gilvum*）。

在滇藏共有种中，有 22 个种都仅见于云南西北部及西藏东南部相邻地区；有 2 个种即矮柱杜鹃（*Rhododendron brachyanthum*）和墨脱杜鹃（*R. montroseanum*）间断分布于云南西部 、西南部及西藏墨脱。

（2）滇藏川共有种为 5 种，即蓖叶岩须（*Cassiope pectinata*）、变光杜鹃（*R. calvescens*）、兜尖卷叶杜鹃（*Rhododendron roxieanum* var. *cucullatum*）、黄杯杜鹃（*R. wardii*）、樱草杜鹃（*R. primulaeflorum*）。

（3）川滇共有种为 5 种，即地檀香（*Gaultheria forrestii*）、绣红杜鹃（*Rhododendron compiexum*）、蜡叶杜鹃（*R. lukiangense*）、糙叶杜鹃（*R. scabrifolium*）、爆杖花（*R. spinuliferum*）。

（4）有 1 个种同时分布于云南、西藏、四川、贵州，即四川白珠（*Gaultheria cuneata*）。从以上的分析可以看出，高黎贡山地区的杜鹃花科中国特有种主要集中分布在滇西北和藏东南地区，这说明两地区植物区系的密切关系。

致谢　首先感谢方瑞征教授百忙中帮助鉴定高黎贡山杜鹃花科植物标本，同时感谢方瑞征教授和李恒教授在本文撰写过程中提出修改意见并给予的其他帮助；标本资料整理和名录打印过程中得到了陈艳梅和肖哲容同志的帮助。

主要参考文献

曹伟，傅沛云，刘淑珍等. 1995. 华北平原植物区系亚地区种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：22～31
方瑞征，白佩瑜，黄广宾等. 1995. 滇黔桂热带亚热带（滇黔桂地区和北部湾地区）种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：111～150
冯国楣. 1983. 云南杜鹃花. 昆明：云南人民出版社
傅沛云，李冀云，曹伟等. 1995. 东北植物区系地区种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：11～21
傅沛云，刘淑珍，李冀云等. 1995. 大兴安岭植物区系地区种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：1～10
何大明，李恒. 1996. 独龙江和独龙族综合研究. 昆明：云南科学技术出版社
李恒. 1993. 独龙江地区植物. 昆明：云南科学技术出版社
刘方勋，刘守炉，杨志斌等. 1995. 华东地区种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：93～110
闵天禄，李恒. 1992. 云南独龙江地区杜鹃属植物的区系组成. 云南植物研究，增刊 V：65～70
祁承经，喻勋林，肖育檀等. 1995. 华中植物区种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：56～92
王荷生，张镱锂，黄颂松等. 1995. 华北地区种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：32～54
王荷生. 1992. 植物区系地理. 北京：科学出版社
吴征镒. 1991. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究，增刊 IV：1～139

薛纪如. 1995. 高黎贡山国家级自然保护区. 北京：中国林业出版社
云南省林业调查规划院. 1989. 云南自然保护区. 北京：中国林业出版社
中国科学院昆明植物研究所. 1984. 云南种子植物名录下册. 昆明：云南人民出版社. 1072～1133
中国科学院昆明植物研究所. 1986. 云南植物志第四卷. 北京：科学出版社. 336～602
中国科学院昆明植物研究所. 1996. 西双版纳高等植物名录. 昆明：云南民族出版社
中国科学院生物多样性委员会. 1992. 生物多样性译丛（一）. 北京：中国科学技术出版社

Endemic Plants of Ericaceae in Gaoligong Mountains

DAO Zhi-ling[1]　GUO Hui-jun[2]

(1 Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Kunming　650204)

(2 Kunming Branch of the Chinese Academy of Sciences, Kunming　650033)

Abstract　The Gaoligong Mountains are rich in endemic species of Ericaceae. Ninety three (49%) of 187 species and varieties of Ericaceae that occur in these mountains are endemic species. Of this total, 50 are endemic to the Gaoligong Mountains only 5 are endemic to Yunnan Province, 38 are endemic to China. In this paper, we discuss the endemic plants of Ericaceae in relation to their endemism and distribution within the Gaoligong Mountains.

Key words　Ericaceae, Endemic plants, Gaoligong Mountains, Distribution

高黎贡山地区杜鹃花科植物多样性及可持续利用*

刀志灵[1]　郭辉军[2]

(1 中国科学院昆明植物研究所，昆明　650204)

(2 中国科学院昆明分院，昆明　650033)

摘　要　云南是国产杜鹃花科植物最丰富的地区，共有 375 种（包括 11 亚种、85 变种），而仅高黎贡山地区就分布着杜鹃花科植物 9 属 187 种（包括 2 亚种和 27 变种），分别占云南省所产杜鹃花科的属的 90％和总种数的 49％。如此众多的种类充分体现了杜鹃花科植物在高黎贡山地区的重要价值和开发利用潜力。据研究，具有开发利用价值的杜鹃花植物种类仅观赏植物就达 71 种；另外，高黎贡山是杜鹃花科特有植物高密度分布地区，是 70 种杜鹃花科植物模式标本产地。本文将讨论高黎贡山杜鹃花科植物的观赏价值、环境价值、药用价值、食用价值和科学研究价值，并探讨杜鹃花科植物保护和可持续利用的相互关系。

关键词　杜鹃花科，多样性，可持续利用，高黎贡山

分类号　Q949.9

杜鹃花科植物（本文杜鹃花科是狭义概念，即不包括越桔科）是高黎贡山特殊地理单元内较有代表性的类群，也是该地区种类在 100 种以上的大科之一。且在高黎贡山狭小的地域内，所分布的杜鹃花科植物种类的比例远远大于相邻的云南其他地区和藏东南、川西北地区。本文仅对高黎贡山地区杜鹃花科植物多样性及可持续利用等方面进行讨论。

1　高黎贡山地区杜鹃花科植物多样性及其丰富的特有现象

1.1　生境多样性

高黎贡山地区特殊的地形地貌和独特气候条件的形成，造就了从低海拔到高海拔、由南而北、由东坡到西坡丰富多样的植被类型，低海拔的河谷稀树灌木草丛到寒温性灌丛草甸都在高黎贡山地区出现。而无论是水平方向由南部的龙陵小黑山到北部的西藏察隅日东，以及各垂直带的植被类型中，都有杜鹃花科植物分布。尤其在垂直带上的分布替代现象十分明显，如在低海拔的河谷稀树灌木丛中出现的是灯笼树（*Enkianthus chinensis*）（900～3600m）；而在高海拔地段，杜鹃花科植物是高山灌丛的主要组成成分。杜鹃花科植物分布在垂直海拔带 2500～4000m 的种类最为丰富，常见的有芳香白珠（*Gaultheria fragrantissima*）（1300～3450m，高黎贡山考察队 7569）、凸尖杜鹃（*Rhododendron sinogrande*）（2500～3600m，独龙江考察队 5732）、长粗毛杜鹃（*Rho-*

* 本文 1999 年发表于《云南植物研究》，(增刊 XI)：24～34。

dodendron crinigerum）（2800～3900m，青藏队 7617）、马缨花（*Rhododendron delavayi*）（1200～3200m，刀志灵和崔景云 9472）、银灰杜鹃（*Rhododendron sidereum*）（2500～3400m，独龙江考察队 6886）、杂色杜鹃（*Rhododendron eclecteum*）（2500～4200m，独龙江考察队 5734）和红棕杜鹃（*Rhododendron rubiginosum*）（2500～2800m，高黎贡山考察队 7806）等。

1.2 种类多样性

全球杜鹃花科植物约产 54 属 1700 种。其主产区为南北半球温带及北半球亚寒带地区。中国约产 15 属 550 种，主产于云南、四川、西藏东南部。云南有杜鹃花科植物 10 属 375 种（《云南植物志》第四卷，包括亚种、变种、变型及杂交种），而其主产区为滇西、滇西北地区。高黎贡山地区虽地处中、北亚热带，但由于特殊的地质历史和独特的自然环境，是杜鹃花科植物的主要分布区，云南所产 10 属中有 9 属在高黎贡山有分布（1 属 1 种未见在高黎贡山地区分布），共产 187 种（包括亚种、变种），分别占中国总种数的约 34%及云南种数的 49%强。高黎贡山地区杜鹃花科植物种类最多的是杜鹃属（*Rhododendron*），计 140 种（变种），占该属云南种数的 45%强；其次是白珠属（*Gaultheria*），共 25 种和变种，占该属云南种数的 89%强；以下为岩须属（*Cassiope*），计 7 种，占该属云南种数的 70%；珍珠花属（*Lyonia*）6 种；金叶子属（*Craibiodendron*）3 种；吊钟花属（*Enkianthus*）3 种；杉叶杜属（*Diplarche*）、木藜芦属（*Leucothoe*）、马醉木属（*Pieris*）各一种（表 1）。

表 1 高黎贡山地区与云南省杜鹃花科植物种属构成比较

属	云南种数/种	高黎贡山种数/种	高黎贡山种数占云南种数/%
岩须属(*Cassiope*)	10	7	70
金叶子属(*Craibiodendron*)	4	3	75
杉叶杜属(*Diplarche*)	2	1	50
吊钟花属(*Enkianthus*)	7	3	43
白珠属(*Gaultheria*)	27(其中 8 个变种)	25(其中 5 个变种)	92
木藜芦属(*Leucothoe*)	2	1	50
珍珠花属(*Lyonia*)	10(其中 5 个变种)	6(其中 2 个变种)	60
马醉木属(*Pieris*)	2(其中 1 个变种)	1	50
杜鹃花属(*Rhododendron*)	311(其中 11 个亚种，71 个变种，2 个变型)	140(其中 2 个亚种，20 个变种)	45
合计	375	187	49.8

1.3 丰富的特有现象

高黎贡山是杜鹃花科植物特有现象较为丰富的地区。在高黎贡山的 187 种杜鹃花科植物中，高黎贡山地区特有种类 50 种（包括变种），占该科该地区总种数的近 27%，如膜叶岩须（*Cassiope membranifolia*）、香花白杜鹃（*Rhododendron ciliipes*）、大树杜鹃（*Rhododendron protistum* var. *giganteum*）、淡黄杜鹃（*Rhododendron flavi-*

florum）、贡山杜鹃（*Rhododendron gongshanense*）等；出现在高黎贡山的云南特有种 5 种，占该地区杜鹃花种数的 2%强，如柳叶金叶子（*Craibiodendron henryi*）、云上杜鹃（*Rhododendron pachypodum*）；见于高黎贡山的中国特有种 38 种（及变种），占该地区该科种数的 20%强，如蓖叶岩须（*Cassiope pectinata*）、美艳杜鹃（*Rhododendron citriniflorum* var. *horaeum*）、革叶杜鹃（*Rhododendron coriaceum*）、华丽杜鹃（*Rhododendron eudoxum*）等。3 个类别特有种合计占该地区杜鹃花种数的 49%强，这充分反映了高黎贡山独特的地质历史和生态环境。

丰富的杜鹃花科植物种类，不但在构成高黎贡山地区多样化的植物区系特征方面扮演着重要作用，而且为保护和利用高黎贡山独特的生态环境和植物资源奠定了重要的物质基础。

2 高黎贡山杜鹃花科植物可持续利用途径

2.1 观赏价值及其利用

杜鹃花为云南八大名花之一，以灌木种类为主，也不乏高大乔木种类，具有树形美观、花朵大而艳丽多彩、花期较长等特点。在高黎贡山，各色杜鹃花一年四季争妍斗艳，美不胜收，为高黎贡山自然景观增添了一道独特的风景线。杜鹃花作为高价值的观赏植物，是自然界给予人类不可多得的财富，有着巨大的开发潜力和应用前景。

杜鹃花科植物一般分布在海拔 2500～4500m，最低可分布到 900m，最高到 5100m 左右。作为高山花卉和园林绿化的优良树种，杜鹃花科植物具有极高的开发利用价值。众所周知，多数杜鹃花都可作为观赏植物，生长在高黎贡山地区的 187 种杜鹃花科植物中，具有开发利用潜力的观赏植物高达 71 种（表 2），并且大多数属于稀有珍贵的观赏植物种类。

表 2 高黎贡山观赏杜鹃花科植物

种类	花期/月、花类	花色	分布海拔/m
1. 朝天岩须(*Cassiope palpebrata*)	6～9，夏秋	白色	3000～4200
2. 岩须(*Cassiope selaginoides*)	6～9，夏秋	乳白色	2600～4500
3. 灯笼树(*Enkianthus chinensis*)	5，夏季	肉红色	900～3600
4. 毛叶吊钟花(*Enkianthus deflexus*)	4～5，春夏	黄红色	1400～3700
5. 窄叶杜鹃(*Rhododendron araiophyllum*)	4～5，春夏	白色至淡粉红色	2000～3400
6. 夺目杜鹃(*Rhododendron arizelum*)	5～6，夏季	白色、乳黄色	2600～4200
7. 瘤枝杜鹃(*Rhododendron asperulum*)			1400
8. 粗枝杜鹃(*Rhododendron basilicum*)	5～6，夏季	淡黄色	2400～3900
9. 矮柱杜鹃(*Rhododendron brachyanthum*)	5，夏季	淡黄色或黄绿色	3000～3650
10. 绿柱杜鹃(*Rhododendron brachyanthum* subsp. *hypolepidotum*)	5，夏季	淡黄色或黄绿色	3100～3600
11. 毛喉杜鹃(*Rhododendron cephalanthum*)	5～6，夏季	白色或粉红	3200～4400
12. 绢毛杜鹃(*Rhododendron chaetomallum*)	5～6，夏季	深红色	3100～4500
13. 纯黄杜鹃(*Rhododendron chrysodoron*)	5，夏季	鲜黄色	2600～2800
14. 香花白杜鹃(*Rhododendron ciliipes*)	4～5，春夏	白色	2500～3300

续表

种类	花期/月、花类	花色	分布海拔/m
15. 橙黄杜鹃(*Rhododendron citriniflorum*)	6～7,夏季	黄色至橙黄	3900～4500
16. 美艳杜鹃(*Rhododendron citriniflorum* var. *horaeum*)	6～7,夏季	蔷薇色、橙红至深红色	3600～4500
17. 革叶杜鹃(*Rhododendron coriaceum*)	5～6,夏季	白色或白色带蔷薇色	2000～3900
18. 光蕊杜鹃(*Rhododendron coryanum*)	5～6,夏季	乳白色	2400～3560
19. 长粗毛杜鹃(*Rhododendron crinigerum*)	5～6,夏季	白色至粉红色	800 ～3900
20. 腺背长粗毛杜鹃(*Rhododendron crinigerum* var. *euadenium*)	5～6,夏季	白色至粉红色	3300～3600
21. 马缨花(*Rhododendron delavayi*)	3～5,春夏	深红色	1200～3200
22. 高尚杜鹃(*Rhododendron decorum* subsp. *diaprepes*)	4～7,春夏	白色,有幽香	1700～3300
23. 附生杜鹃(*Rhododendron dendricola*)	4～5,春夏	白色,芳香	1350～1900
24. 可喜杜鹃(*Rhododendron dichroanthum* var. *apodectum*)	6～7,夏季	橙黄色至橙红色	2600～3600
25. 杂色杜鹃(*Rhododendron eclecteum*)	4～5,春夏	白色、黄色、粉红色	2500～4200
26. 长柄杂色杜鹃(*Rhododendron eclecteum* var. *bellatulum*)	4～5,春夏	白色、黄色、粉红色	2600～3800
27. 泡泡叶杜鹃(*Rhododendron edgeworthii*)	5,夏季	乳白带粉红色,芳香	2400～3300
28. 华丽杜鹃(*Rhododendron eudoxum*)	5～7,夏季	粉红色至深蔷薇色	3300～4200
29. 白毛华丽杜鹃(*Rhododendron eudoxum* var. *mesopolium*)	5～7,夏季	粉红色至深蔷薇色	3900～4200
30. 绵毛杜鹃(*Rhododendron floccigerum*)	5～6,夏季	深红色、黄红色	2300 ～3500
31. 紫背杜鹃(*Rhododendron forrestii*)	5～7,夏季	深红色	3300～4100
32. 灰白杜鹃(*Rhododendron genestierianum*)	4～5,春夏	紫色	2400～3700
33. 贡山杜鹃(*Rhododendron gongshanense*)	2～5,冬季	白色	2100～2400
34. 粗毛杜鹃(*Rhododendron habrotrichum*)	4～5,春夏	白色至淡蔷薇色	3000
35. 亮鳞杜鹃(*Rhododendron heliolepis*)	7～8,夏秋	粉红色、淡紫红色	3000～4000
36. 独龙江杜鹃(*Rhododendron keleticum*)	7～9,夏秋	鲜紫色或淡紫红色	3000～3880
37. 星毛杜鹃(*Rhododendron kyawi*)	5～6,夏季	深红色	1600～2700
38. 侧花杜鹃(*Rhododendron lateriflorum*)	4～5,春夏	黄色	2700～3400
39. 薄叶马银花(*Rhododendron leptothrium*)	4～6,春夏	淡红紫色或蔷薇红色	1700～2950
40. 蜡叶杜鹃(*Rhododendron lukiangense*)	4～5,春夏	粉红色至淡蔷薇色	1800 ～3800
41. 大萼杜鹃(*Rhododendron megacalyx*)	5～7,夏季	白色,芳香	2200～3000
42. 招展杜鹃(*Rhododendron megeratum*)	5～6,夏季	黄色	2500～3600
43. 弯月杜鹃(*Rhododendron mekongense*)	5～6,夏季	黄色	3000～3800
44. 异鳞杜鹃(*Rhododendron micromeres*)	7,夏季	奶油黄色	2400～3150
45. 亮毛杜鹃(*Rhododendron microphyton*)	3～5,10～11,春秋	淡紫红色、粉红色、鲜紫色	1000～3000
46. 一朵花杜鹃(*Rhododendron monanthum*)	9,秋季	柠檬黄色	2000～3600
47. 墨脱杜鹃(*Rhododendron montroseanum*)	6～7,夏季		1950～2300
48. 魁斗杜鹃(*Rhododendron praestans*)	4～5,春夏	淡黄色、粉红色	3100～ 3900
49. 樱草杜鹃(*Rhododendron primulaeflorum*)	5～6,夏季	白色具黄色筒部	2900～5100

续表

种类	花期/月、花类	花色	分布海拔/m
50. 翘首杜鹃(*Rhododendron protistum*)	4～5,春夏	蔷薇色或基部带白色	2450～3350
51. 大树杜鹃(*Rhododendron protistum* var. *giganteum*)	4～5,春夏	水红色	2700～3300
52. 菱形叶杜鹃(*Rhododendron rhombifolium*)	5～7,夏季		1800
53. 红晕杜鹃(*Rhododendron roseatum*)	5～7,夏季	白色,芳香	2000～3000
54. 红棕杜鹃(*Rhododendron rubiginosum*)	3～6,冬季	淡紫色、紫红色、玫瑰色、淡红色	2500～4200
55. 金黄杜鹃(*Rhododendron rupicola* var. *chryseum*)	5～7,夏季	深紫色、深血红色或洋红色	3200～4200
56. 怒江杜鹃(*Rhododendron saluenense*)	6～8,夏秋	紫色、紫红色或深红色	3000～4000
57. 平卧怒江杜鹃(*Rhododendron saluenense* var. *prostratum*)	6～8,夏秋	紫色、紫红色或深红色	3300～4800
58. 血红杜鹃(*Rhododendron sanguineum*)	6～7,夏季	深红色	2800～4200
59. 淡色血红杜鹃(*Rhododendron sanguineum* var. *cloiophorum*)	6～7,夏季	白色、黄色至粉红色	3300～3900
60. 黄花泡叶杜鹃(*Rhododendron seighkuense*)	5,夏季	黄色	2200～3500
61. 多变杜鹃(*Rhododendron selense*)	5～6,夏季	粉红色至蔷薇色	2500～4350
62. 银灰杜鹃(*Rhododendron sidereum*)	4～5,春夏	乳白色至淡黄色	2500～3400
63. 凸尖杜鹃(*Rhododendron sinogrande*)	4～5,春夏	乳白色至淡黄色	1700～3600
64. 大果杜鹃(*Rhododendron sinonuttallii*)	5～6,夏季	淡黄白色,芳香	1200～2800
65. 糠秕杜鹃(*Rhododendron sperabiloides*)	5～6,夏季	鲜红色	2600～3900
66. 长蒴杜鹃(*Rhododendron stenaulum*)	2～4,冬季	淡紫红色,芳香	1700～ 2300
67. 多趣杜鹃(*Rhododendron stewartianum*)	5～6,夏季	纯白色、淡红色、黄色、黄红色或蔷薇色	3000～4200
68. 白喇叭杜鹃(*Rhododendron taggianum*)	5～6,夏季	白色	1800～2300
69. 薄皮杜鹃(*Rhododendron taronense*)	11,秋季	白色,芳香	1250～1600
70. 滇藏杜鹃(*Rhododendron temenium*)	5～6,夏季	深红色	3000～4350
71. 鲜黄杜鹃(*Rhododendron xanthostephanum*)	5,夏季	鲜黄色	1500～2700

杜鹃花植物花期最长可达 4 个月，如贡山杜鹃（*Rhododendron gongshanense*）的花期在 2～5 月，大多数种类花期为 2～3 个月。各个种类现花季节不尽相同，一般从春天现花、直到夏天才败落的称为春夏花（3～5 月），以附生杜鹃（*R. dendricola*）、香花白杜鹃（*R. ciliipes*）等为代表；在 5～7 月开花的称为夏季花，以革叶杜鹃（*R. coriaceum*）、可喜杜鹃（*R. dichroanthum* var. *apodectum*）、血红杜鹃（*R. sanguineum*）等为代表 ；另一类为夏天现花，秋天败落，称为夏秋花（7～9 月），以独龙江杜鹃（*R. keleticum*）、怒江杜鹃（*R. saluenense*）为代表；秋季开花的以薄皮杜鹃（*R. taroense*）为代表；另有较为珍贵的冬花类，以贡山杜鹃（*R. gongshanense*）（李恒 1990～1991 年有越冬记录，独龙江考察队 3995，4932，4991 等）、长蒴杜鹃（*R. stenaulum*）、红棕杜鹃（*R. rubiginosum*）为代表；而亮毛杜鹃（*R. microphyton*）有一年两次开花特性，分别在每年的 3～5 月及 10～11 月（表 2）。

根据对高黎贡山杜鹃花科植物的研究分析，我们认为许多种类具备了野生花卉开发的基本条件，具有良好的开发利用价值，但在杜鹃花生长环境、繁殖、引种驯化及保护与利用等各方面研究和投入不足，致使杜鹃花类观赏植物的利用潜力得不到合理挖掘。所以，我们建议在对杜鹃花的生长环境、保护与利用、选种、杂交育种、扦插繁殖及营销等各个环节加强科学研究与探讨，寻找可持续利用的途径。人所共知，英国如果没有云南的杜鹃花，就没有英国的现代园林，而云南作为杜鹃花植物的分布大省，目前在研究和开发利用方面都远远落后于世界园林发达国家和地区。

2.2 环境价值及其利用

杜鹃花科植物是高黎贡山各类型植被带中不可替代的种类，是高黎贡山独特的生态景观 主要组成成分，尤以杜鹃属和白珠属较为突出，是高山灌丛带及各种森林植被灌木层的优势种、建群种，并常常单独成林，如凸尖杜鹃林（*Rhododendron sinogrande*）、马缨花林（*Rhododendron delavayi*）等，其重要性体现在以下植被构成中。

（1）在中山湿性常绿阔叶林中，星毛杜鹃（*Rhododendron kyawi*）和凸尖杜鹃（*R. sinogrande*）是 I、II 林层的建群种，同时也是林下灌木层的主要种类。凸尖杜鹃还是高黎贡山西坡山顶苔藓矮林的优势种，而马缨花（*R. delavayi*）则是东坡马缨花林优势种。

（2）亮毛杜鹃（*Rhododendron microphyton*）是高黎贡山落叶阔叶林林下灌木层的建群种。

（3）凸尖杜鹃和马缨花还是针阔混交林 II 林层的建群种。

（4）暖性针叶林的云南松林下则以珍珠花（*Lyonia ovalifolia*）、马缨花（*Rhododendron delavayi*）、大白花杜鹃（*R. decorum*）为优势种，构成下木层。

（5）华山松林下木则有珍珠花（*Lyonia ovalifolia*）、大白杜鹃（*R. decorum*）等优势种。

（6）在整个高黎贡山海拔 2700～3600m 范围内，主要以地檀香（*Gaultheria forresti*）构成寒温性灌丛带。

总之，在高黎贡山地区，从河谷稀树灌木草丛中出现的灯笼树（*Enkianthus chinensis*），直到高山灌丛草甸各类植被类型中分布的种类，杜鹃花科植物都扮演了非常重要的角色，杜鹃花科植物是构成高黎贡山多样化植被类型不可缺少的重要成分。

2.3 药用及食用价值及其利用

对植物的药物利用和食用向来是生物多样性有效利用的重要途径之一，但也许是杜鹃花科植物一般生长在高海拔地区，其药用价值尚未被很好地认识。高黎贡山地区杜鹃花科可查证的药用植物种类仅为 10 种（表 3），其中已有多种被收入《新华本草纲要》、《云南中草药选》等医药书籍，如大白花杜鹃（*Rhododendron decorum*）、马缨花（*R. delavayi*）、亮毛杜鹃（小杜鹃）（*R. microphyton*）、云南金叶子（云南假木荷）（*Craibiodendron yunnanense*），其他药用植物种类则为民间广泛利用。因有良好的资源优势，杜鹃花科植物的药用价值有待于进一步研究与开发。

表 3　高黎贡山杜鹃花科药用植物

植物种名	药用部位	功能	主治	备注
1. 岩须(*Cassiope selaginoides*)	全株	行气止痛、安神	肝胃气痛、食欲不振、神经衰弱	
2. 云南金叶子(*Craibiodendron yunnanense*)	根	散瘀止痛、祛风除湿、止血通窍	跌打损伤、腰酸腿痛、半身不遂、瘫痪、风湿性关节炎、外伤出血	全株有麻醉作用、有大毒,慎用
3. 地檀香(*Gaultheria forrestii*)	根、叶	祛风除湿、止咳	风湿瘫痪、冻疮、咳嗽、肺结核、内出血	枝叶可提芳香油
4. 珍珠花(*Lyonia ovalifolia*)	全株	活血散瘀、止痛	跌打损伤、闭合性骨折	
5. 大白花(*Rhododendron decorum*)	花、叶	肾虚阳痿、通淋	痢疾、淋症 、神经衰弱、阳痿	
6. 马缨花(*Rhododendron delavayi*)	花、叶、根	清热、拔毒、止血、调经	骨髓炎、消化道出血、月经不调、外伤出血、流感、痢疾	有小毒
7. 亮毛杜鹃(*Rhododendron microphyton*)	根	镇痛消炎、活血止血	小儿惊风、肾炎、风湿跌打、肾盂肾炎	
8. 丝线吊芙蓉(*Rhododendron moulmainense*)	根、皮、叶	止咳化痰、消肿	肺结核、内伤水肿	
9. 杜鹃(*Rhododendron simsii*)	花、叶、根	叶有清热解毒、止血功能;花果有活血、调经、祛风湿功能;根有活血、祛风止痛功能	叶用于痈肿疔疮、外伤出血、荨麻疹;花果用于月经不调、闭经、崩漏、跌打损伤、风湿痛;根用于吐血、月经不调、崩漏 、痢疾、风湿疼痛	
10. 爆杖花(*Rhododendron spinuliferum*)	根、叶、花	祛风除湿、通经活络、消炎	崩漏、白带,外用于跌打损伤、疮、疖痈、癣	有毒

杜鹃花科植物一般花大而营养丰富，也具有极好的食用价值。目前较为常见的是民间传统食用的大白花杜鹃（*R. decorum*），已被开发利用，并出口到日本。以绿色食品盛行的今天，从食用花角度对杜鹃花进行开发研究，也是探讨现有资源可持续利用的途径之一。

2.4　科学研究价值

2.4.1　杜鹃花科特有植物和保护植物有待进一步研究

根据我们的观点，在高黎贡山这样狭小的地理区域内，该地区的特有种就是珍稀树种，有的杜鹃花种类已被国家列为保护植物，如大树杜鹃（*R. protistum* var. *giganteum*)、硫磺杜鹃（*Rhododendron sulphureum*）等属国家级渐危种进行保护。而高黎贡山尚有其他 48 种杜鹃花科高黎贡山特有种，目前由于其分布区大小、种群数量等不十分清楚，保护等级难以确定，有待于进一步研究。此外，该地区还有 38 种中国特有种和 5 种云南特有种，说明高黎贡山在植物区系、特有现象、植物地理及植物演化、保护生物学等方面研究中的重要价值。

2.4.2　高黎贡山是重要的模式标本产地

由于高黎贡山是杜鹃花科特有植物的高产区，也就成为杜鹃花科植物重要的模式标

本产地之 一，有些种不但模式标本采自该地区，且植物名称的种加词也往往采用当地地名，如较为显著的碧江杜鹃（*R. bijiangense*）、贡山杜鹃（*R. gongshanense*）等。据统计，有 69 个种及变种的杜鹃花科植物的模式标本采自高黎贡山地区，其中杜鹃属 62 种（腾冲 22 种、贡山 12 种、福贡 3 种、泸水 5 种、缅北及缅东北 13 种、察隅 3 种、保山 1 种、只注明高黎贡山的 3 种），其他岩须属 2 种分别采自福贡和泸水，珍珠花属 1 种采自贡山，金叶子属 1 种采自泸水，白珠属 2 种采自腾冲，1 种采自贡山（表 4）。这可充分说明高黎贡山是杜鹃花科物种多样性研究较为深入的地区，具有基础研究的丰富资料，积累了可借鉴的有效保护及合理利用高黎贡山杜鹃花科植物的条件。

表 4　模式标本产自高黎贡山地区的杜鹃花科植物种类

种名	模式标本产地	定名人	定名时间
杜鹃属(Genus *Rhododendron*)			
1. 粗枝杜鹃(*Rhododendron basilicum*)	腾冲	Balf. f. et W. W. Smith	1916
2. 夺目杜鹃(*Rhododendron arizelum*)	腾冲	Balf. f. et Forrest	1920
3. 复毛杜鹃(*Rhododendron preptum*)	缅北高黎贡山	Balf. f. et Forrest	1920
4. 翅首杜鹃(*Rhododendron protistum*)	贡山	Balf. f. et Forrest	1920
5. 大树杜鹃(*Rhododendron ptrotistum* var. *giganteum*)	腾冲	(Forest et Tagg)Chamberlain	1926
6. 凸尖杜鹃(*Rhododendron sinogrande*)	腾冲	Balf. f. W. W. Smith	1916
7. 银灰杜鹃(*Rhododendron sidereum*)	缅北高黎贡山	Balf. f	1920
8. 高尚杜鹃(*Rhododendron decorum* subsp. *diaprepes*)	腾冲	(Balf. f. et W. W. Smith)T. L. Ming	1917
9. 狭叶马缨花(*Rhododendron delavayi* var. *peramoenum*)	腾冲	(Balf. f. et Forrest)T. L. Ming	1920
10. 滇西桃叶杜鹃(*Rhododendron annae* subsp. *laxiflorum*)	腾冲	(Balf. f. et Forrest) T. L. Ming	1920
11. 光柱杜鹃(*Rhododendron tanastylum*)	泸水片马	Balf. f. et Ward	1917
12. 窄叶杜鹃(*Rhododendron araiophyllum*)	腾冲	Balf. f. et W. W. Smith	1917
13. 贡山杜鹃(*Rhododendron gongshanense*)	贡山	T. L. Ming	1984
14. 光柱迷人杜鹃(*Rhododendron agastum* var. *pennivenium*)	腾冲	(Balf. f. et Forrest)T. L. Ming	1920
15. 裂萼杜鹃(*Rhododendron schistocalyx*)	腾冲	Balf. f. et Forrest	1920
16. 淡黄杜鹃(*Rhododendron flaviflorum*)	泸水	T. L. Ming	1984
17. 星毛杜鹃(*Rhododendron kyawi*)	高黎贡山	Lace et W. W. Smith	1914
18. 镰果杜鹃(*Rhododendron fulvum*)	腾冲	Balf. f. et W. W. Smith	1917
19. 长萼杜鹃(*Rhododendron diphrocalyx*)	腾冲	Balf. f	1919
20. 粗毛杜鹃(*Rhododendron habrotrichum*)	腾冲	Balf. f. et W. W. Smith	1916
21. 泡毛杜鹃(*Rhododendron vesiculiferum*)	缅东北高黎贡山	Tagg	1930
22. 红粗毛杜鹃(*Rhododendron rude*)	贡山	Tagg et Forrest	1930
23. 腺背长粗毛杜鹃(*Rhododendron crinigerum* var. *euadenium*)	贡山	Tagg	1930
24. 朱红大杜鹃(*Rhododendron griersonianum*)	腾冲	Balf. f. et Forrest	1919
25. 卵叶杜鹃(*Rhododendron callimorphum*)	腾冲	Balf. f. et W. W. Smith	1917
26. 粉果杜鹃(*Rhododendron hylaeum*)	缅东北高黎贡山	Balf. f. et Farrer	1922
27. 红萼杜鹃(*Rhododendron meddianum*)	腾冲	Forrest	1920
28. 腺房红萼杜鹃(*Rhododendron meddianum* var. *atrokermesinum*)	泸水	Tagg	1930

续表

种名	模式标本产地	定名人	定名时间
29. 碧江杜鹃(*Rhododendron bijiangense*)	福贡	T. L. Ming	1981
30. 滇西杜鹃(*Rhododendron euchroum*)	缅东北高黎贡山	Balf. f. et Ward	1916
31. 纯红杜鹃(*Rhododendron sperabile*)	泸水片马	Balf. f. et Farrer	1922
32. 糠秕杜鹃(*Rhododendron sperabiloides*)	贡山	Tagg et Forrest	1927
33. 羊毛杜鹃(*Rhododendron mallotum*)	泸水片马	Balf. f. et Ward	1917
34. 杯萼杜鹃(*Rhododendron pocophorum*)	贡山	Balf. f. ex Tagg	1927
35. 腺梗杯萼杜鹃(*Rhododendron pocophorum* var. *hemidartum*)	贡山	(Tagg)Chamberlain	1927
36. 宿鳞杜鹃(*Rhododendron aperantum*)	缅东北高黎贡山	Balf. f. et Ward	1922
37. 杯萼两色杜鹃(*Rhododendron dichroanthum* var. *scyphocalyx*)	缅东北高黎贡山	(Balf. f. et Forrest) T. L. Ming	1922
38. 可喜杜鹃(*Rhododendron dichroanthum* var. *apodectum*)	腾冲	(Balf. f. et W. W. Smith) T. L. Ming	1917
39. 腺梗两色杜鹃(*Rhododendron dichroanthum* var. *septentrionale*)	缅东北高黎贡山	(Cowan)T. L. Ming	1940
40. 黑血红杜鹃(*Rhododendron sanguineum* var. *didymum*)	贡山	(Balf. f. et Forrest) T. L. Ming	1922
41. 黄花泡叶杜鹃(*Rhododendron seinghkuense*)	缅北高黎贡山	Kindon Ward	1930
42. 大果杜鹃(*Rhododendron sinonuttallii*)	察隅察瓦龙	Balf. f. & Forrest	1920
43. 毛柄杜鹃(*Rhododendron valentinianum*)	腾冲	Forrest ex Hutch.	1919
44. 翅柄杜鹃(*Rhododendron fletcherianum*)	察隅察瓦龙	Davidian	1961
45. 香花白杜鹃(*Rhododendron ciliipes*)	腾冲	Hutch. in Stevensen	1930
46. 褐叶杜鹃(*Rhododendron pseudocillipes*)	高黎贡山	Cullen	1978
47. 附生杜鹃(*Rhododendron dendricola*)	缅北高黎贡山	Hutch.	1919
48. 薄皮杜鹃(*Rhododendron taronense*)	贡山	Hutch. in Stevensen	1930
49. 菱形叶杜鹃(*Rhododendron rhombifolium*)	贡山	R. C. Fang	1982
50. 红晕杜鹃(*Rhododendron roseatum*)	腾冲	Hutch.	1919
51. 侧花杜鹃(*Rhododendron lateriflorum*)	贡山	R. C. Fang & A. L. Chang	1983
52. 凸脉杜鹃(*Rhododendron hirsutpetiolatum*)	福贡	A. L. Chang & R. C. Fang	1983
53. 毛冠亮鳞杜鹃(*Rhododendron heliolepis* var. *oporinum*)	缅东北高黎贡山	(Balf. f. et Ward) A. L. Chang & R. C. Fang	1917
54. 白面杜鹃(*Rhododendron zaleucum*)	腾冲	Balf. f. & W. W. Smith	1917
55. 毛叶白面杜鹃(*Rhododendron zaleucum* var. *pubifolium*)	福贡	R. C. Fang	1982
56. 小叶美被杜鹃(*Rhododendron calostrotum* var. *calciphilum*)	缅东北高黎贡山	(Hutch. et Ward) Davidian	1930
57. 独龙杜鹃(*Rhododendron keleticum*)	察隅察瓦龙	Balf. f. & Forrest	1920
58. 瑞丽杜鹃(*Rhododendron shweliense*)	高黎贡山	Balf. f. & Forrest	1922
59. 纯黄杜鹃(*Rhododendron chrysodoron*)	缅东北高黎贡山	Tagg ex Hutch.	1934
60. 常绿粗毛杜鹃(*Rhododendron lepidostylum*)	腾冲	Balf. f. & Forrest	1920
61. 长蒴杜鹃(*Rhododendron stenaulum*)	保山	Balf. f. & W. W. Smith	1917

续表

种名	模式标本产地	定名人	定名时间
62. 少毛柳条杜鹃(*Rhododendron virgatum* var. *glabriflorum*)	贡山	K. M. Feng ex R. C. Fang	1982
岩须属(Genus *Cassiope*)			
63. 银毛岩须(*Cassiope argyrotricha*)	福贡	T. Z. Hsu	1982
64. 膜叶岩须(*Cassiope membranifolia*)	泸水	R. C. Fang	1999
珍珠花属(Genus *Lyonia*)			
65. 圆叶珍珠花(*Lyonia doyonensis*)	贡山	Hand. -Mazz	1936
金叶子属(Genus *Craibiodendron*)			
66. 怒江金叶子(*Craibiodendron forrestii*)	泸水	W. W. Smith	1912
白珠属(Genus *Gaultheria*)			
67. 丛林白珠(*Gaultheria dumicola*)	腾冲	W. W. Smith	1916
68. 短穗白珠(*Gaultheria. notabilis*)	腾冲	Anth.	1933
69. 平卧白珠(*Gaultheria prostrata*)	贡山	W. W. Smith	1919

2.4.3 遗传多样性研究价值

高黎贡山地区为杜鹃花植物多样化中心之一，如此丰富的种类成为杜鹃花科植物研究的天然基因库。遗传多样性还体现在高黎贡山地区有大量杜鹃花科植物特有种和变种的存在，这是自然选择的结果，同时也为进一步研究杜鹃花科植物起源、演化、变异提供了天然的实验场所；高密度存在的特有现象，也为从基因或 DNA 角度研究其分化、扩散积累了不可多得的原材料。而且，由于特有个体种群分布地区狭小的局限性，从保护的角度对遗传多样性方面进行研究，以使部分处于遗传多样性消失的种类得到拯救。

2.5 杜鹃花科植物保护与利用的关系

生物多样性的保护与利用是相互矛盾又相互依存的两个方面，保护的目的是为了生物多样性的永续利用，而要达到可持续利用，必须制定合理有效的保护措施。

众所周知，物种的消失往往是随生态系统的消失而消失的，保护的最有效的方法就是对现有物种进行就地（in situ）保护，自然保护区就是实施就地保护最有效的措施。虽然高黎贡山海拔 2000m 以上的大部分地区已划为自然保护区，但保护区的功能并未得到充分发挥，尤其是保护区的能力建设还远远达不到要求。所以，应在积极开展研究的同时，进一步加强保护区的能力建设，使生长于保护区（高黎贡山）的各个物种（包括杜鹃花科植物）得到有效保护。

其次，迁地（ex situ）保护也是生物多样性保护的有效途径之一。在旅游业迅猛发展的今天，在高黎贡山范围内选择适于杜鹃花科植物及其他高山植物生长环境地段，建立“高黎贡山珍稀、特有植物园”，对一些珍稀名贵的杜鹃花种类及特有、濒危种类进行引种、移栽、迁地保护，一方面达到保护的目的，另一方面作为有特色的旅游景点开发，为保护生物多样性吸引资金，以便更好地解决保护与利用的矛盾，达到保护与可持续利用相协调的目的。

其三，应发挥高黎贡山特有杜鹃花植物种类丰富的天然优势，使其现有的丰富资源

优势转化为经济优势，使当地经济得到快速发展，为生物多样性保护创造良好的社会环境。如大树杜鹃（*R. protistum* var. *giganteum*）、菱形叶杜鹃（*R. rhombifolium*）、长蒴杜鹃（*R. stenaulum*）等高黎贡山特有杜鹃花都具备成为名优产品的基本条件，目前缺少的是如何把这些"土特产"推向市场。应该在引种驯化、嫁接繁殖等各个环节及其将产品变为商品等方面进行深入而广泛的研究和开发，不要继续扮演丰富的生物多样性和贫穷落后的人民共存这一亘古不变的历史。

高黎贡山地区如此丰富的杜鹃花科植物资源，为有效利用生物多样性、促进经济发展提供了不可多得的物质基础，尤其在观赏和园林绿化方面，杜鹃花具有极大的潜在价值，充分研究保护和可持续利用的关系，合理开发高黎贡山杜鹃花科植物，是达到有效保护的途径之一。

致谢 感谢方瑞征研究员百忙之中帮助鉴定高黎贡山杜鹃花科植物标本，并感谢方瑞征研究员、李恒研究员对本文提出了宝贵的修改意见。另外，感谢陈艳梅同志和肖哲容同志在标本查证和资料打印中的辛勤劳动。

主要参考文献

曹伟，傅沛云，刘淑珍等. 1995. 华北平原植物区系亚地区种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：22～31

方瑞征，白佩瑜，黄广宾等. 1995. 滇黔桂热带亚热带（滇黔桂地区和北部湾地区）种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：111～150

冯国楣. 1983. 云南杜鹃花. 昆明：云南人民出版社

傅沛云，李冀云，曹伟等. 1995. 东北植物区系地区种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：11～21

傅沛云，刘淑珍，李冀云等. 1995. 大兴安岭植物区系地区种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：1～10

国家环保局自然保护司. 1992. 自然保护区有效管理论文集. 北京：中国环境科学出版社

何大明，李恒. 1996. 独龙江和独龙族综合研究. 昆明：云南科学技术出版社

昆明军区后勤部卫生部. 1970. 云南中草药选

李恒. 1993. 独龙江地区植物. 昆明：云南科学技术出版社

刘方勋，刘守炉，杨志斌等. 1995. 华东地区种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：93～110

闵天禄，李恒. 1992. 云南独龙江地区杜鹃属植物的区系组成. 云南植物研究，增刊 V：65～70

祁承经，喻勋林，肖育檀等. 1995. 华中植物区种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：56～92

王荷生，张镱锂，张劲松等. 1995. 华北地区种子植物区系研究. 云南植物研究，增刊 VII：32～54

王荷生. 1992. 植物区系地理，北京：科学出版社

吴征镒. 1991. 新华本草纲要（第 2 册）. 上海：上海科学技术出版社. 348～361

吴征镒. 1991. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究，增刊 IV

许再富. 1996. 热带植物资源持续发展的理论与实践. 北京：科学出版社

薛纪如. 1995. 高黎贡山国家级自然保护区. 北京：中国林业出版社

云南省林业调查规划院. 1989. 云南自然保护区. 北京：中国林业出版社

中国环境保护 21 世纪议程. 1995. 北京：中国环境科学出版社

中国科学院昆明植物研究所. 1984. 云南种子植物名录（下册）. 昆明：云南人民出版社. 1072～1133

中国科学院昆明植物研究所. 1986. 云南植物志（第 4 卷）. 北京：科学出版社. 336～602

中国科学院昆明植物研究所. 1996. 西双版纳高等植物名录. 昆明：云南民族出版社. 355～356

中国科学院生物多样性委员会. 1992. 生物多样性译丛（一）. 北京：中国科学技术出版社

A Study on Diversity and Sustainable Use of Ericaceae in Gaoligong Mountains

DAO Zhi-ling[1] GUO Hui-jun[2]

(1 Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

(2 Kunming Branch of the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650033)

Abstract Yunnan Province is a rich area for its Ericaceae species where 375 species (including 11 subspecies and 85 varieties) occur. In the Gaoligong Mountains there are 9 genera and 187 species (including 2 subspecies and 27 varieties) of Ericaceae which is about 90% of the total genera and 49% of total species of Ericaceae in Yunnan Province. Very diverse species of Ericaceae occur in the Gaoligong Mountains which reflect that the Gaoligong Mountains are a center of distribution of Ericaceae. Many species of Ericaceae are potential economically. There are 71 species with high value as garden ornamentals. The Gaoligong Mountains are also an area of high endemism in Ericaceae, and the type locality of many taxa. There are 70 taxa that the type locality is within this region. In this paper, we discuss the value of Ericaceae plants as ornamentals, environmental protection, medicine, food, and scientific significance as well as the relationship between their conservation and sustainable use.

Key words Ericaceae, Diversity, Sustainable use, Gaoligong Mountains

高黎贡山五加科的植物地理学研究*

李 嵘 龙春林

（中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204）

摘 要 本文从属、种及地史文献资料三方面对高黎贡山五加科植物进行了植物地理学研究。结果表明：①高黎贡山五加科植物包括15属56种及13变种。②从起源来看，高黎贡山五加科植物以热带起源为主，热带属占66.7%（10属），温带属占33.3%（5属），而与地中海地区和中亚地区的联系十分微弱。③从种的分布区式样来看：高黎贡山五加科植物以温带分布型为主，温带分布型的物种占全科种数的88.4%（61种），这一统计结果与属的统计结果（66.7%的属系热带属）形成很大的反差，其原因在于掸邦-马来亚板块上的高黎贡山植物区系源于赤道热带，在板块位移过程中，随着高黎贡山的北移、喜马拉雅山脉的强烈隆升，五加科这一起源于热带的古老木本植物，因不适于比赤道带冷得多的气候环境而先后被淘汰，部分属种则在新的环境中经过适应、演化和重新分化，除个别热带属的北缘种在高黎贡山北端独龙江河谷中幸存下来［如树参属（*Dendropanax*）］以外，其余新分化出来的植物则是温带性的［如常春木属（*Merrilliopanax*）］，因此，现在高黎贡山五加科植物区系中，热带起源的属多于温带属，但温带种大大多于热带种。所有这些成分中，中国-喜马拉雅分布的成分（15种）和中国特有的成分（43种）构成了高黎贡山五加科植物区系的基本骨架，这些成分标志着高黎贡山五加科植物区系的东亚温带性质。④高黎贡山五加科植物特有现象突出。一方面表现在种类丰富，计有中国特有类群22种和变种，云南特有类群12种和变种，高黎贡山特有类群9种；另一方面表现在特有类群的丰富度与纬度成正比，就高黎贡山特有种来说，北段（贡山）的特有类群（8种和变种）远远多于南段的腾冲（仅1种）。⑤由于掸邦-马来亚板块位移对高黎贡山生物区系的影响，部分高黎贡山五加科植物从滇东南或滇南至高黎贡山的一些连续分布区被间断为滇西北与滇东南的对角分布式样［如少毛云南楤木（*Aralia thomosonii* var. *glaerescens*）、单枝五叶参（*Pentapanax leschenaultii* var. *simplex*）、拟白背叶鹅掌柴（*Schefflera hypoleucoides*）］。而与此同时，在云南形成了一条从滇西北-滇东南走向的生态地理对角线，由于该对角线的形成，部分五加科植物仅能在对角线以西及以南生存和繁衍［如大叶鹅掌柴（*Schefflera macrophylla*）］。

关键词 高黎贡山，五加科，植物区系，植物地理学

分类号 Q 948

五加科（Araliaceae）是一个比较古老的科，以木本植物为主，含有少数草本属。全科80属900多种；我国有22属160余种，主要分布于世界热带地区，在温带地区也有生长，如人参属（*Panax*）（6种）就分布于北美及东亚温带地区。

* 本文1999年发表于《云南植物研究》，（增刊XI）：1～15。

1 高黎贡山五加科物种丰富

横断山脉从云南西南部沿滇西北、四川西部、西藏东部一直延伸到青海南部，绵亘我国西南四大省区。《横断山区维管植物》一书仅涉及这一广大地域的60个县，即所列植物远非横断山区的全部（王文采等 1994），但比较高黎贡山地域而言，面积之大至少是我们当前研究高黎贡山范围的10倍以上，物种数量也应与此比例相似，但五加科则大为不然。

从表1可以看出，无论是地跨两个州（地区）的高黎贡山或弹丸之地的贡山县独龙江乡，其五加科植物都比庞大的横断山区丰富复杂：独龙江（李恒 1994a）和横断山区（王文采等 1994）拥有同样多的属数——10属，高黎贡山则有15属，为横断山区的150%。物种的丰富度与属相似，独龙江有39个种和变种，比横断山区全区种数多3种，高黎贡山有69种和变种，比横断山区多28种和5变种，总共为横断山区的192%。众所周知，独龙江是高黎贡山北端一角，而高黎贡山一般被认为是横断山脉西部的一侧，均为横断山脉的一部分，虽然局部地区的物种多于全部地区的在逻辑上说不通，但却是当前的事实，这一方面是因为《横断山区维管植物》一书人为地把其南部的腾冲、保山、龙陵分割在实际研究的横断山区之外，横断山区的植物名录便失去了许多分布在南部的热带属种，第二个原因则是因为该书基于1983年及以前的资料，对近15年新采集的标本尚未研究，这是科学发展道路上的必然现象。

表1 横断山脉、高黎贡山、独龙江五加科数量比较

	横断山脉	高黎贡山	独龙江
属	10	15	10
种	28	56	33
变种	8	13	6

2 五加科属以古南大陆热带型为主

中国种子植物区系大体上来自15个方面，即包括15个地理成分或分布式样（类型）。高黎贡山五加科植物含有其中的6个分布类型（表2和表3），即泛热带分布的树参属（*Dendropanax*）、五叶参属（*Pentapanax*）、鹅掌柴属（*Schefflera*）、热带亚洲至热带非洲分布的常春藤属（*Hedera*）、热带亚洲分布的柏那参属（*Brassaiopsis*）、掌叶树属（*Euaraliopsis*）、大参属（*Macropanax*）、广叶参属（*Trevesia*）、多蕊木属（*Tupidanthus*）、东亚和北美间断分布的楤木属（*Aralia*）、人参属（*Panax*）、东亚分布的五加属（*Acanthopanax*）、刺楸属（*Kalopanax*）、常春木属（*Merrilliopanax*），在这6种分布类型当中，各种热带成分共10属，占全科15属的66.67%，热带属以热带亚洲分布的属（5属）和泛热带分布的属（3属）为主，温带分布型有5属，占全高黎贡山五加科属数（15属）的33.33%，温带属中又以东亚分布的属（3属）为主。五加科的热带属都起源于古南大陆，66.67 %的属为热带属，显而易见，高黎贡山五加科是古南大陆热带起源，东亚温带属是东亚即古北大陆起源的。高黎贡山温带属虽然不多，它们在这里与古南大陆成分长期和平共处，并进行了深度融合。

表 2　五加科属的分布区类型统计表

分布区类型序号及名称	五加科植物属数
1. 世界广布	—
2. 泛热带分布	3
3. 热带亚洲至热带美洲间断	—
4. 旧世界热带分布	—
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	1
6. 热带亚洲至热带非洲分布	1
7. 热带亚洲分布	5
8. 北温带分布	—
9. 东亚和北美间断分布	2
10. 旧世界温带分布	—
11. 温带亚洲分布	—
12. 地中海、西亚、中亚分布	—
13. 中亚分布	—
14. 东亚分布	1
14-1 中国-喜马拉雅	1
14-2 中国-日本	1
15. 中国特有分布	—
合 计	15

表 3　高黎贡山五加科各属的区系性质

属名	全属种数	中国种数	高黎贡山种数及变种数		分布区类型*
			种	变种	
1. 树参属（*Dendropanax*）	75～80±	16	1	—	2
2. 鹅掌柴属（*Schefflera*）	200±	37＋	16	2	2
3. 五叶参属（*Pentapanax*）	18±	9	5	4	2～1
4. 梁王茶属（*Nothopanax*）	15	3	3	—	5～1
5. 常春藤属（*Hedera*）	5	2	1	—	6
6. 柏那参属（*Brassaiopsis*）	15±	9	4	1	7
7. 掌叶树属（*Euaraliopanax*）	11	9	6	—	7
8. 广叶参属（*Trevesia*）	2	1	1	—	7
9. 多蕊木属（*Tupidanthus*）	1	1	1	—	7
10. 大参属（*Macropanax*）	6～7	6	3	—	7～1
11. 楤木属（*Aralia*）	25～40	30＋	5	1	9
12. 人参属（*Panax*）	8	6	1	3	9
13. 五加属（*Acanthopanax*）	35±	27	6	2	14
14. 常春木属（*Merrilliopanax*）	4	3	2		14（SH）
15. 刺楸属（*Kalopanax*）	1	1	1		14（SJ）
共 15 属			56	13	

＊ 编号所指分布区类型见表 2。

2.1　泛热带分布的属

指普遍分布于东、西两半球热带和在全世界热带范围内有 1 个或数个分布区中心，但在其他地区也分布有一些种类的属。高黎贡山五加科植物属于这一类型的有 3 属［树

参属（*Dendropanax*）、五叶参属（*Pentapanax*）、鹅掌柴属（*Schefflera*）]，占全科15属的20%，与东亚分布的属一并成为高黎贡山五加科植物属的第二大分布类型。

（1）树参属（*Dendropanax*）为无毛无刺的乔木或灌木，全世界约80种，分布于热带美洲及亚洲东部，我国有15种，分布于长江以南各省，高黎贡山有缅甸树参（*Dendropanax burmanicus*）1种，产贡山独龙江的钦郎当、马库、瓦窑、能捕拉、巴坡、特拉王河、郎王夺、孔当、献九当、莫切旺等地，生长在海拔1380～1900m的河岸密林中，分布于云南的贡山、福贡及缅甸北部。

根据掸邦-马来亚板块位移对高黎贡山生物区系影响的解释是：高黎贡山北移之前，缅甸树参（*Dendropanax burmanicus*）在云南占有一个相当大的连续分布区，在位移过程中，由于冬季滇西北和滇东南之间的广阔地域气候变冷、降水减少等因素，原有的栖息环境大都不复存在，而只有四季水分充沛的高黎贡山北部（特别是西坡）才有适宜它生存的环境，因此，缅甸树参这个热带起源的种，随着板块的位移、纬度的变更、高黎贡山的北移，经过新的适应才在高黎贡山河谷地带保存下来。

（2）五叶参属（*Pentapanax*）为无刺乔木或藤状灌木，全世界约18种，间断分布于热带亚洲、大洋洲和南美洲（墨西哥），我国约9种，主产西南各省，高黎贡山有其中的5种4变种（表4），其中绣毛五叶参（*Pentapanax henryi*）及其变种毛叶绣毛五叶参（*P. henryi* var. *tomentosus*）和五叶参（*P. leschenaultii*）为自高黎贡山分布至云南省外（四川、西藏）的中国西南特有种（15a）；而全缘叶五叶参（*P. leschenaultii* var. *forrestii*）、单枝五叶参（*P. leschenaultii* var. *simplex*）两个变种为分布于高黎贡山和云南其他地区的云南特有类群（15b）；独龙五叶参（*P. trifoliatus*）为高黎贡山北部独龙江中游地区特有种（15c）。五叶参（*P. leschenaultii*）、寄生五叶参（*P. parasiticus*）[及其变种绣毛寄生五叶参（*P. parsiticus* var. *khasianus*）]和总序五叶参（*P. racemosus*）3种分布于高黎贡山、缅甸、印度、尼泊尔、斯里兰卡一带（14a），是中国-东喜马拉雅分布式样。至此，高黎贡山五叶参属的全部种及变种，无论是东亚分布式样或中国特有，均为温带性质，换言之，一个典型的泛热带属在高黎贡山完全蜕变成了一个温带类群。

表4　高黎贡山五叶参属各种的分布区式样

种名	高黎贡山产地	云南分布	中国分布	国外分布	分布类型
1. 毛五叶参(*P. henryi*)	察隅(日东)	德钦、中甸、鹤庆、维西、滇中至滇东北和滇东南	西藏、广西、四川		15a
2. 毛叶绣毛五叶参(*P. henryi* var. *tomentosus*)	贡山(高黎贡山东坡)	德钦、丽江、蒙自	四川		15a
3. 五叶参(*P. leschenaultii*)	察隅、贡山(独龙江)、腾冲	镇康、鹤庆、宾川大姚、禄劝	西藏、四川西南部	缅甸、印度	14a
4. 全缘叶五叶参(*P. leschenaultii* var. *forrestii*)	察隅(日东)、贡山	维西、德钦			15b
5. 单枝五叶参(*P. leschenaultii* var. *simplex*)	腾冲(古永猴桥)	金平			15b

续表

种名	高黎贡山产地	云南分布	中国分布	国外分布	分布类型
6. 寄生五叶参(*P. parasiticus*)	贡山(高黎贡山东西坡)	德钦、嵩明	四川	尼泊尔、印度	14a
7. 绣毛寄生五叶参(*P. parsiticus* var. *khasianus*)	贡山(高黎贡山东坡、丙中洛)	嵩明		印度、孟加拉	14a
8. 总序五叶参(*P. racemosus*)	腾冲(蔡小室至马鹿山)	景东、镇康、风庆、漾濞、金平	西藏	印度	14a
9. 独龙五叶参(*P. trifoliatus*)	贡山独龙江中游				15c

注:14a:中国西南部和东喜马拉雅分布;15a:中国西南特有分布;15b:云南特有(含日东)分布;15c:高黎贡山特有分布。

(3) 鹅掌柴属(*Schefflera*)为无刺乔木、灌木或藤本,间有附生,是第三个泛热带属(表5),全世界约有200种,广布于两半球的热带地区,我国约有30余种,集中分布于东部及西南部,高黎贡山有16种2变种,为高黎贡山五加科种类最丰富的属(表5)。其中细序鹅掌柴(*S. tenuis*)、云南鹅掌柴(*S. yunnanensis*)为高黎贡山特有种(15c);中华鹅掌柴(*S. chinensis*)、拟白背叶鹅掌柴(*S. hypoleucoides*)、大叶鹅掌柴(*S. macrophylla*)、多脉鹅掌柴(*S. multinervia*)、瑞丽鹅掌柴(*S. shweliensis*)为分布到高黎贡山的云南特有种(15b);短序鹅掌柴(*S. bodinieri*)、穗序鹅掌柴(*S. delavayi*)、大叶红河鹅掌柴(*S. hoi* var. *macrophylla*)、凹脉鹅掌柴(*S. impressa*)、光叶凹叶鹅掌柴(*S. impressa* var. *glabrescens*)、星毛鸭脚木(*S. minutistellata*)、西藏鹅掌柴(*S. wardii*)、独龙鹅掌柴(*S. yui*)为见于高黎贡山的中国西南特有种和变种(15a)。同样,这个泛热带属在高黎贡山并无热带种,热带属在这里完成了向温带型的演化过程。

表5 高黎贡山鹅掌柴属各种的分布区式样

种名	高黎贡山产地	云南分布	中国分布	国外分布	分布类型
1. 短序鹅掌柴(*S. bodinieri*)	贡山、保山(百花岭)	师宗、广南、文山、蒙自	广西、四川、贵州、湖北		15a
2. 中华鹅掌柴(*S. chinensis*)	贡山、福贡、泸水	维西、思茅、易门			15b
3. 穗序鹅掌柴(*S. delavayi*)	贡山(怒江两岸)、福贡	全省各地	四川、贵州、湖南、湖北、江西、福建、广西、广东		15a
4. 高鹅掌柴(*S. elata*)	贡山、福贡	南坪、中甸、丽江		不丹、尼泊尔、印度	14a
5. 红河鹅掌柴(*S. hoi*)	贡山、福贡	兰坪、中甸、元江、红河、屏边	西藏、四川		14a
6. 大叶红河鹅掌柴(*S. hoi* var. *macrophylla*)	贡山		四川、广西		15a

续表

种名	高黎贡山产地	云南分布	中国分布	国外分布	分布类型
7. 拟白背叶鹅掌柴（*S. hypoleucoides*）	贡山	绿春、蒙自、元江、金平、文山、屏边			15b
8. 凹脉鹅掌柴（*S. impressa*）	贡山、泸水		西藏（林芝）		15a
9. 光叶凹叶鹅掌柴（*S. impressa* var. *glabrescens*）	贡山、福贡、腾冲	维西、兰坪	西藏（察隅、林芝）		15a
10. 大叶鹅掌柴（*S. macrophylla*）	福贡、腾冲	临沧、屏边、思茅、绿春			15b
11. 星毛鸭脚木（*S. minutistellata*）	腾冲	龙陵、双江、景东、西畴、砚山	西藏、广西、广东、湖南、江西		15a
12. 多脉鹅掌柴（*S. multinervia*）	贡山、福贡（怒江东岸）	碧罗雪山			15b
13. 瑞丽鹅掌柴（*S. shweliensis*）	贡山、腾冲	瑞丽、龙陵、景东、镇康			15b
14. 细序鹅掌柴（*S. tenuis*）	贡山、福贡、保山				15c
15. 密脉鹅掌柴（*S. venulosa*）	贡山、泸水	潞西、瑞丽、盈江、景洪、西畴	广西	印度、越南	14a
16. 西藏鹅掌柴（*S. wardii*）	贡山、福贡	凤庆	西藏（林芝、波密）		15a
17. 独龙鹅掌柴（*S. yui*）	贡山	维西	西藏（墨脱）		15a
18 云南鹅掌柴（*S. yunnanensis*）	贡山、泸水				15c

注：14a：中国西南部和东喜马拉雅分布；15a：中国西南特有分布；15b：云南特有（含日东）分布；15c：高黎贡山特有分布。

2.2　热带亚洲至热带大洋洲分布的属

热带亚洲-热带大洋洲是旧世界热带的东半壁，高黎贡山五加科植物属于这一分布类型的仅梁王茶属（*Nothopanax*）1 属，含 3 种，占高黎贡山全科属数 15 属的 6.7%。梁王茶属为常绿无刺灌木或小乔木，全世界约 15 种，主要分布于大洋洲，我国仅有 3 种，产西部和西南部，本属为中国（西南）亚热带和新西兰间断分布的属。高黎贡山有 3 种，其中异叶梁王茶（*Nothopanax davidii*）和掌叶梁王茶（*N. delavayi*）为分布在高黎贡山的中国特有种，贡山梁王茶（*N. gongshanensis*）为高黎贡山北部东坡的特有种。由本属的分布情况得知，一个洲际间断分布的属在高黎贡山并无洲际分布的种，这里 3 个种均属于中国特有种。

2.3 热带亚洲至热带非洲分布的属

这一分布区类型是旧世界热带分布区类型的西翼，即从热带非洲至印度-马来西亚。高黎贡山仅常春藤属 1 种属于这种分布式样，占全科属数 15 属的 6.7%。常春藤属（*Hedera*）为常绿藤本，全世界 5 种，分布于亚洲、欧洲及北非；中国有 2 种，产云南的西部、西南部，经中部至东部，高黎贡山仅有其中的 1 种，即常春藤（*Hedera nepalensis* var. *sinensis*），从越南北部一直延伸到我国的西部、中部至西北部和东部，也是洲际分布属的一个东亚种。

2.4 热带亚洲（印度-马来西亚）分布的属

热带亚洲（印度-马来西亚）分布的属是旧世界热带的中心部分，高黎贡山五加科植物属于这一分布类型的有 5 属，即柏那参属（*Brassaiopsis*）、掌叶树属（*Euaraliopsis*）、大参属（*Macropanax*）、广叶参属（*Trevesia*）、多蕊木属（*Tupidanthus*），占全科 15 属的 33.3%，是高黎贡山五加科植物属的第一大分布类型。

（1）柏那参属（*Brassaiopsis*）为有刺（稀无刺）乔木或大灌木，叶为掌状复叶，全世界约 15 种 ，分布于亚洲南部至东南部（印度、缅甸、马来西亚），我国约 9 种，分布于华南至西南，高黎贡山分布有 4 种 1 变种，其中罗伞（*Brassaiopsis glomerulata*）是热带亚洲分布式样，除我国云南、西藏、四川、贵州、广西有分布外，在尼泊尔、印度、越南、老挝、柬埔寨和印度尼西亚爪哇岛也有分布（图 1），但其变种长柄罗伞（*B. glomerulata* var. *longipedicellata*）则分布于云南（西北角、东南角）、贵州和广西及越南。镇康罗伞（*B. chenkangensis*）为分布到高黎贡山的云南特有种，多花掌叶树（*B. polyacantha*）和柱瓣柏那参（*B. suberipetala*）均为高黎贡山特有种。

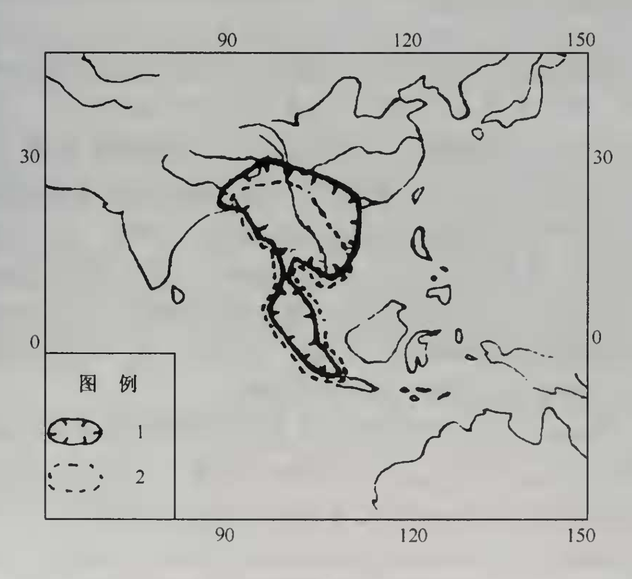


图 1 热带亚洲种的分布区

1：罗伞（*Brassaiopsis glomerulata*）；2：大参（*Macropanax aseophilus*）

（2）掌叶树属（*Euaraliopsis*）为有刺（稀无刺）乔木或灌木，叶掌状分裂，全世界约 11 种，主产亚洲热带、亚热带地区，我国有 9 种，产西南各省，高黎贡山分布有 6 种，即翅叶掌叶树（*E. dumicola*）、盘叶掌叶树（*E. fatsioides*）、榕叶掌叶树（*E. ficifolia*）、浅裂掌叶树（*E. hainla*）、粗毛掌叶树（*E. hispida*）、假柄掌叶树（*E. palmipes*），其中前 3 种均为分布到高黎贡山的中国或云南特有种，后 3 种则为中国西南至东喜马拉雅分布的东亚种。这一情况说明掌叶树属虽为热带亚洲属，但出现在高黎贡山的仅有温带东亚种。

（3）大参属（*Macropanax*）为无刺常绿乔木或小乔木，全世界六七种，分布于热带亚洲的印度，自东喜马拉雅经我国西南和南部至印度尼西亚（爪哇），我国有 6 种，分布于云南西南部至海南岛，高黎贡山有 3 种，即高黎贡山特有的小花大参（*M. parviflorus*）、大参（*M. aseophilus*）（图 1）、波缘大参（*M. undulatus*），均为亚洲热带种。

（4）广叶参属（*Trevesia*）为常绿有刺灌木或小乔木，全世界约 10 种，分布于印度、马来西亚及太平洋岛屿，我国有刺通草（*Trevesia palmata*）1 种，在高黎贡山生于海拔 1010m 的沟边林下，分布于云南的泸水、临沧、景洪、勐腊、金平、河口、蒙自、马关、贵州、广西、尼泊尔、孟加拉、印度、越南、老挝、柬埔寨，是热带亚洲分布的类型。

（5）多蕊木属（*Tupidanthus*）为常绿灌木，全世界仅多蕊木（*Tupidanthus calyptratus*）1 种，在高黎贡山生于海拔 1650m 的山沟疏林下，分布于云南西南部的腾冲、潞西、瑞丽 、盈江、勐连、沧源、耿马、勐海及西藏（墨脱）、印度、孟加拉、缅甸、越南、老挝、柬埔寨，很明显，这是一个高黎贡山南段保存的热带亚洲种。

2.5　东亚-北美间断分布的属

这一分布类型指间断分布于东亚和北美温带及亚热带地区的属，高黎贡山有 2 属，即楤木属（*Aralia*）和人参属（*Panax*），占全科 15 属的 13.4%。

（1）楤木属（*Aralia*）为小乔木、灌木或草本，全世界约 40 种，大多数分布于亚洲，少数种分布于大洋洲及北美洲。我国约 30 种，南北各省均有分布，高黎贡山分布有 5 种 1 变种，其中芹叶龙眼独活（*Aralia apioides*）、楤木（*A. chinensis*）为见于高黎贡山的中国特有种，景东楤木（*A. gintungensis*）、腾冲楤木（*A. tengyehensis*）、云南楤木（*A. thomsonii*）为云南特有种，唯少毛云南楤木（*A. thomsonii* var. *glaberescens*）在生态地理对角线两端分布（李恒　1999c），这一情况说明楤木属虽为洲际间断分布的属，但在高黎贡山并没有洲际分布的种。

（2）人参属（*Panax*）为多年生草本，全世界约 8 种，分布于亚洲东部及北美，我国有 6 种，除人参（*Panax ginseng*）产东北外，其余产西南部，高黎贡山分布有 1 种 3 变种，原变种竹节参（*P. japonicus*）从东喜马拉雅经高黎贡山一直分布到日本，其他 3 变种狭叶竹节参（*P. japonicus* var. *angustifolius*）、羽叶三七（*P. japonicus* var. *bipinnatifidus*）、珠子参（*P. japonicus* var. *major*）为中国-东喜马拉雅分布式样。

2.6 东亚分布的属

东亚分布的属包括从东喜马拉雅一直分布到日本的一些属，高黎贡山五加科植物有东亚分布 的 3 属，即五加属（*Acanthopanax*）、常春木属（*Merrilliopanax*）和刺楸属（*Kalopanax*），占全科 15 属的 20%，其丰富程度仅次于热带亚洲属（5 属）。

（1）五加属（*Acanthopanax*）为灌木或小乔木，全属约 35 种，分布于中国、日本、喜马拉雅山脉地区至菲律宾、马来半岛，我国约有 26 种，广布于南北各省，高黎贡山分布有 6 种 2 变种，其中乌敛莓叶五加（*Acanthopanax cissifolius*）、白勒（*A. trifoliatus*）2 种为中国-东喜马拉雅分布型，其余的吴茱萸叶五加（*A. evodiaefolius*）、绣毛吴茱萸叶五加（*A. evodiaefolius* var. *ferrugineus*）、淡绿吴茱萸叶五加（*A. evodiaefolius* var. *glaucus*）、五加（*A. gracilistylus*）、康定五加（*A. lasiogyne*）、毛叶藤五加（*A. asiogyne* var. *fulvescens*）均为分布于高黎贡山的中国特有种和变种，五加属虽为东亚属，但在高黎贡山却没有任何一种分布到日本。

（2）刺楸属（*Kalopanax*）为落叶乔木，是东亚特有属之一，全属仅刺楸（*Kalopanax septemlobus*）1 种，分布于云南的贡山、维西、镇雄、四川、贵州、广西、广东、江西、陕西、浙江及东北地区和西伯利亚、朝鲜半岛、日本。

（3）常春木属（*Merrilliopanax*）为常绿小乔木，全属约 4 种，是一个中国-喜马拉雅分布的属，我国有 3 种，高黎贡山有 2 种，即常春木（*Merrilliopanax chinensis*）和单叶常春木（*M. listeri*）。常春木属是一个古老的属，其存在的历史比喜马拉雅的成陆历史还要长，因此，本属在喜马拉雅的分布区是衍生的，鉴于常春木（*M. chinensis*）和单叶常春木（*M. listeri*）的分布区在高黎贡山的独龙江地区衔接并重叠，很可能常春木属的起源地和分化中心都在独龙江，它是一个典型的起源于古南大陆掸邦-马来亚板块北部（独龙江流域）的古热带纬度范围内的属，随着纬度的变更，山体的强烈上升，独龙江的气候虽然变凉了，但水分条件更为丰富，常春木属植物经过新的适应依旧在河谷地带保存下来（李恒 1994a，1994b）。

如上所述，高黎贡山五加科植物在属级水平上是以热带起源为主流的，各类热带属的成分占全科的 66.67%，而温带属的成分仅占 33.3%，高黎贡山五加科并没有自己的特有属，虽与热带亚洲、非洲、大洋洲、北美洲有不同程度的联系，但缺乏从高黎贡山间断分布于热带美洲的属，也缺乏从高黎贡山分布到广大温带亚洲的属和从高黎贡山分布到地中海地区及中亚或西亚的属。从地史上来考虑，高黎贡山地区和古地中海的关系十分微弱。

3 高黎贡山五加科植物的特有现象

3.1 物种主要为温带型

根据属的分布区式样通常可以佐证各大区域或大陆块之间的地史关系，并可推断属科的大体起源时期，每一个地区植物区系均由具体的植物种构成，研究种的分布区式样，可以直接确定一个地区或一个科现有植物区系的地带性质和地理起源，高黎贡山五加科植物计有 56 种 13 变种，基本上归属于 4 个分布区类型（表 6）。

表 6　高黎贡山五加科植物种的分布区式样

分布区式样(类型)*	种和变种数	占高黎贡山五加科植物种和变种数的百分比/%
7. 热带亚洲分布	8	11.59
11. 温带亚洲分布	1	1.45
14. 东亚分布	2	2.90
14-1. 中国喜马拉雅分布	15	21.74
15. 中国特有分布		
15-1. 分布到高黎贡山的中国特有种	22	31.88
15-2. 分布到高黎贡山的云南特有种	12	17.39
15-3. 局限于高黎贡山的特有种	9	13.04
合计	69	100

* 编号所指分布区类型与表 2 相同。

从表 6 区系地理分析可以看出：高黎贡山现有五加科植物的属大多数是热带属，但种类以温带成分为主。进入高黎贡山植物区系的五加科土著植物计有 56 种 13 变种，其中仅 8 种和变种即 11.59%从高黎贡山分布到世界的某一热带区域，61 种和变种即 88.41%的植物种属温带性质，在热带类型中，又全为热带亚洲成分，高黎贡山没有任何一种五加科植物延伸到热带非洲或热带美洲及大洋洲，与属的分布式样不一致，高黎贡山五加科植物完全缺乏洲际分布的种，亚洲热带虽然地域相邻，空间障碍不大，物种交流比较容易，但因高黎贡山整体向北温带做了大步迁移，五加科热带亚洲成分大都损失殆尽。这一统计结果与属的统计结果（66.67%的属系热带属）形成很大的反差，其原因在于掸邦-马来亚板块上的高黎贡山植物区系源于赤道热带，在板块位移过程中，随着高黎贡山的北移、山体的强烈上升，五加科这一起源于热带的古老木本植物家族，因不适应比赤道带冷得多的气候环境而先后被淘汰，部分属种则在新的环境中经过适应、演化和重新分化，除个别热带属的北缘种在高黎贡山北端独龙江河谷中幸存下来［如树参属（*Dendropanax*）］以外，其余新分化出来的植物则是温带性的［如常春木属（*Merrilliopanax*）］。因此，现在高黎贡山五加科植物区系中，热带起源的属多于温带属，但温带种大大多于热带种（李恒 1994b，1999a）。

3.2　高黎贡山五加科植物的特有现象

特有现象仅指发生或出现在某特定的自然区域内的特有自然现象。根据五加科植物的分布式样，可把分布在中国并出现在高黎贡山的植物种类称为高黎贡山五加科植物的特有现象，即特有种。特有种分 3 类，即局限于高黎贡山的称高黎贡山特有种，分布于高黎贡山及云南其他地区的称为云南特有种，分布于高黎贡山及云南省境外称为中国特有种。

3.2.1　高黎贡山特有种

高黎贡山特有种是五加科植物在该区的重要特有现象，这里共有 9 个特有种和变种

(表 7)，占高黎贡山五加科植物总数的 13.04%，特有化程度适中稍偏高，通过这些有限数的分析，可以看到高黎贡山五加科植物特有现象的端倪：① 类型多样。9 个特有类群分别归属于柏那参属（*Brassaiopsis*）、树参属（*Dendropanax*）、大参属（*Macropanax*）、常春藤属（*Merrilliopanax*）、梁王茶属（*Nothopanax*）、五叶参属（*Pentapanax*）、鹅掌柴属（*Schefflera*）7 个属，但是五加科中最为进化的楤木属（*Aralia*）、人参属（*Panax*）均未能孕育出适应高黎贡山气候的特有种。② 特有种的生成率与纬度的高低成正比。与地球表面生物聚集的规律相左，这里位于北纬 27°N 以北的贡山县境内的高黎贡山特有种比处于 25°N 左右的腾冲高黎贡山特有种多得多。贡山县内有高黎贡山特有种 8 个，福贡因高黎贡山西坡主要在缅甸，东坡面积狭小，仅有 2 个特有种，位居 26°N 南北的泸水有 3 个特有种。腾冲全境属于高黎贡山范畴，兼有东坡、西坡和高黎贡山的分支尖高山，纬度偏南 4°，热量条件肯定优于北段的贡山县境，但仅有 1 个特有种。种类北方多于南方的现象在地球上并不常见，高黎贡山这一特有现象的出现主要与北段极为丰富的水湿条件有关。

表 7　高黎贡山特有五加科植物

属名	种名	分布				海拔/m
		贡山	福贡	泸水	腾冲	
柏那参属(*Brassaiopsis*)	多花掌叶树(*B. polyacantyha*)	+		+		1650
柏那参属(*Brassaiopsis*)	柱瓣柏那参(*B. suberipetala*)			+	+	2250～2800
树参属(*Dendropanax*)	缅甸树参(*D. burmanicus*)	+	+			1380～1900
大参属(*Macropanax*)	小花大参(*M. parviflorus*)	+				1150
常春藤属(*Merrilliopanax*)	常春木(*M. chinensis*)	+				1280～1450
梁王茶属(*Nothopanax*)	贡山梁王茶(*N. gongshanensis*)	+				2000
五叶参属(*Pentapanax*)	独龙五叶参(*P. trifoliatus*)	+				1300～1800
鹅掌柴属(*Schefflera*)	细序鹅掌柴(*S. tenuis*)	+	+			1650～1700
鹅掌柴属(*Schefflera*)	云南鹅掌柴(*S. yunnanensis*)	+		+		1700
合计	9	8	2	3	1	

注:"+"表示有分布、下同。

3.2.2　云南特有种

云南特有种指分布于高黎贡山及云南其他地区的特有种，属于这种类型的特有种共 12 种和变种（表 8)，与高黎贡山特有种情况类似——种类北多南少，贡山有 7 种（占 58.3%)，而最南端龙陵仅有 2 种（占 16.7%)。除此之外，由于掸邦-马来亚板块的位移，高黎贡山北移，从滇西北到滇东南形成了一条生态地理对角线，在对角线的两端间断分布有一些云南特有类群，如少毛云南楤木（*Aralia thomosonii* var. *glaerescens*)、单枝五叶参（*Pentapanax leschenaultii* var. simplex）等。

表 8　分布于高黎贡山的云南特有五加科种类

种名	分布						
	察隅	贡山	福贡	泸水	腾冲	龙陵	云南其他地区
1. 景东楤木（*Aralia gintungensis*）						+	景东
2. 腾冲楤木（*A. tengyehensis*）					+		潞西
3. 少毛云南楤木（*A. thomsonii* var. *glaberescens*）		+	+				西畴
4. 镇康罗伞（*Brassaiopsis chengkangensis*）		+					镇康、凤庆、双江、潞西
5. 刺叶掌叶树（*Euaraliopsis dumicola*）					+		潞西
6. 全缘叶五叶参（*Pentapanax leschenaultii* var. *forrestii*）	+	+					德钦、维西
7. 单枝五叶参（*P. leschenaultii* var. *simplex*）					+		金平
8. 中华鹅掌柴（*Schefflera chinensis*）		+	+	+			镇康、思茅、勐海、景东、凤庆、易门
9. 拟白背叶鹅掌柴（*S. hypoleucoides*）		+					绿春、蒙自、元江、金平、屏边、文山
10. 大叶鹅掌柴（*S. macrophylla*）			+		+		临沧、屏边、绿春、思茅
11. 多脉鹅掌柴（*S. multinervia*）		+	+				碧罗雪山
12. 瑞丽鹅掌柴（*S. shweliensis*）		+		+	+	+	瑞丽、临沧、镇康、景东
合计	1	7	4	2	5	2	

3.2.3　中国特有种

出现在高黎贡山的五加科中国特有种有 22 种和变种（表 9），占总数的 31.88%，高黎贡山特有种、云南特有种和中国特有种三者之和为 43 种和变种，也就是说，高黎贡山五加科植物中，62.32%为中国特有种。

从表 6、表 7、表 8、表 9 可以看出：高黎贡山五加科植物的温带型成分中，东亚成分为 17 种，占全部种数的 24.64%，其中中国-喜马拉雅分布式样有 15 种，占 21.74%，东亚成分（17 种）和中国特有成分（43 种）共占高黎贡山五加科植物种的 69.57%，它们构成高黎贡山五加科植物区系的基本骨架，无可争辩地标志着高黎贡山五加科植物区系的东亚温带性质。

表 9　分布于高黎贡山的中国特有五加科植物

种名	分布
1. 吴茱萸叶五加（*Acanthopanax evodiaefolius*）	贡山、泸水、腾冲、丽江 、镇康；西藏、四川、贵州、广西、江西、浙江、安徽、陕西
2. 锈毛吴茱萸叶五加（*A. evodiaefolius* var. *ferrugineus*）	贡山、泸水、腾冲、中甸、德钦；西藏、四川、贵州、广西
3. 淡绿吴茱萸叶五加（*A. evodiaefolius* var. *glaucus*）	贡山；西藏 、四川、贵州
4. 五加（*A. gracilistylus*）	贡山、福贡、维西、中甸、丽江、蒙自、文山、威信；四 川、广东、湖北、湖南、江西、安徽、浙江、江苏、河南、陕西
5. 康定五加（*A. lasiogyne*）	察隅、德钦；四川西部

续表

种名	分布
6. 毛叶藤五加 (*A. leucorrhizus* var. *fulvescens*)	贡山、丽江、维 西、大关、永善；四川、湖北、江西、甘肃、陕西
7. 芹叶龙眼独活（*Aralia apioides*）	贡山、兰坪、德钦、中甸、维西、鹤庆；西藏东部 、四川
8. 楤木（*A. chinensis*）	贡山、福贡、丽江、维西、寻甸、镇雄；甘肃、陕西、山西、河北、广西、广东、福建
9. 盘叶掌叶树（*Euaraliopsis fatsioides*）	贡山、西双版纳、金平、洱源、昭通、景东、邱北、镇雄、凤庆；四川、贵州
10. 榕叶掌叶树（*E. ficifolia*）	泸水、西双版纳、普洱、西畴；广西
11. 异叶梁王茶（*Nothopanax davidii*）	贡山、泸水、腾冲、屏边、砚山、麻栗坡、昭通、镇雄、大关；四川、贵州、湖南、湖北、陕西
12. 掌叶梁王茶（*N. delavayi*）	贡山、中甸、德钦、丽江、大理、鹤庆、漾濞、洱源 、嵩明、昆明、蒙自；四川、贵州
13. 锈毛五叶参（*Pentapanax henryi*）	察隅、德钦、中甸、鹤庆、维西、丽江、昆明 、富民、禄劝、宣威、蒙自、文山、广南、麻栗坡；西藏、广西、四川
14. 毛叶绣毛五叶参 (*P. henry* var. *tomentosus*)	贡山、德钦、丽江 、蒙自；四川
15. 短序鹅掌柴（*Schefflera bodinieri*）	贡山、保山、师宗、广南、文山、蒙自；广西 、四川、贵州、湖北
16. 穗序鹅掌柴（*S. delavayi*）	贡山、福贡、德钦、中甸、嵩明、景东、漾濞、文山 、砚山、蒙自、元江、盐津；四川、贵州、湖南、湖北、江西、福建、广东、广西
17. 大叶红河鹅掌柴 (*S. hoi* var. *macrophylla*)	贡山；四川、广西
18. 凹脉鹅掌柴 (*S. impressa* var. *glabrescens*)	贡山、泸水；西藏
19. 光叶凹脉鹅掌柴 (*S. impressa* var. *glabrescens*)	贡山、福贡、泸水、腾冲、维西、兰坪；西藏
20. 星毛鸭掌木（*S. minutistellata*）	腾冲、龙陵、双江、景东、西畴、砚山、邱北 ；西藏、广西、广东、湖南、江西、福建
21. 西藏鹅掌柴（*S. wardii*）	贡山、福贡、凤庆；西藏
22. 独龙鹅掌柴（*S. yui*）	贡山、维西；西藏

4　高黎贡山的位移和抬升对五加科植物地理的影响

高黎贡山位于掸邦-马来亚板块的北段，掸邦-马来亚板块位移对高黎贡山植物区系的生物效应表现在热带植被类型被亚热带湿润常绿阔叶林所替代，古南大陆热带植物区系蜕变为现代的东亚温带植物区系。在这一替代、蜕变过程中，高黎贡山五加科植物区系的系统发育和地理分布也受到明显影响。表现在：① 热带属失去了热带种，代之而起的为温带种。五加科在高黎贡山有树参属（*Dendropanax*）等 10 个热带属，其中仅鹅掌柴属（*Schefflera*）、柏那参属（*Brassaiopsis*）、广叶参属（*Trevesia*）、多蕊木属（*Tupidanthus*）、大参属（*Macropanax*）5 属在高黎贡山保留有 7 个热带种和 1 个热带变种。另 5 个热带属 [树参属（*Dendropanax*）、五叶参属（*Pentapanax*）、梁王茶属（*Nothopanax*）等] 的热带种在高黎贡山荡然无存，代之而起的是东亚温带种，且多数为中国或高黎贡山特有种（表 7～表 9）。② 完整的分布区被间断，同一种的不同居群

散布于云南生态地理对角线的两端。如少毛云南楤木（*Aralia thomosonii* var. *glaberescens*）、单枝五叶参（*Pentapanax leschenaultii* var. *simplex*）、拟白背叶鹅掌柴（*Schefflera hypoleucoides*）等均为板块位移引起的滇西北-滇东南间断分布式样属种。

另一些种的居群被排挤于生态地理对角线的西南侧，如大叶鹅掌柴（*Schefflera macrophylla*），它的分布区显然在向云南西南部萎缩，其多数居群被排挤在云南高原之外。

5 结论

（1）高黎贡山五加科植物是以热带属（10 属 66.67%）为主的古老木本植物，它在高黎贡山没有自己的狭域特有属。现存于高黎贡山的类群多为热带属在亚热带、温带地区的代表，它们是热带种群在高黎贡山蜕变的结果。

（2）温带种主要源于热带属，即热带属留给高黎贡山的是温带种。高黎贡山五加科植物区系的结构特点在于：热带属（10 属）多于温带属（5 属），温带种（61 种和变种）大大多于热带种（ 8 种和变种），现代的植物区系为温带型，其中东亚成分和中国特有成分共占高黎贡山五加科植物种的 69.57%，它们是高黎贡山五加科植物区系的核心和主体。

（3）洲际分布的属在高黎贡山没有洲际分布的种。高黎贡山有 7 个洲际分布的属，但无任何洲际分布的种。这里有 10 个热带属，其中仅鹅掌柴属（*Schefflera*）等 5 属在高黎贡山有热带种，显示了高黎贡山五加科向温带型转变的演化趋势，同时也表明属和种的区系性质不是同等的。

（4）高黎贡山五加科特有种丰富。① 特有种丰富。这里有中国特有类群 22 种和变种，云南特有类群 12 种和变种，高黎贡山的特有类群 9 种。② 在不同地段中，特有种的丰富程度与纬度成正比，北段（贡山）的特有类群（8 种和变种）远远多于南段的腾冲（1 种）。

（5）掸邦-马来亚板块的位移，对高黎贡山植物区系的深刻影响表现在：热带属种蜕变、分化为温带种，一些类群的分布区被间断和切割，一些类群在滇西北-滇东南的生态地理对角线两端分布，另一些类群局限在生态地理对角线的西南侧分布。

致谢 本论文承蒙李恒研究员的悉心指导和帮助。

主要参考文献

冯国楣，李雅茹. 1979. 五加科（Araliaceae）. 云南植物志（第 2 卷）. 北京：科学出版社. 414～515

何景，曾沧江. 1978. 五加科（Araliaceae）. 中国植物志（第 54 卷）. 北京：科学出版社. 1～178

侯宽昭. 1982. 中国种子植物科属词典. 北京：科学出版社

李恒. 1993. 独龙江地区植物. 昆明：云南科学技术出版社. 201～207

李恒. 1994a. 独龙江地区种子植物区系的性质和特征. 云南植物研究，增刊 VI：1～100

李恒. 1994b. 掸邦-马来亚板块位移对独龙江区系的生物效应. 云南植物研究，增刊 VI：113～120

李恒. 1996. 从生态地理探索天南星科的起源. 云南植物研究，18(1)：14～22

李恒. 1999a. 再论掸邦-马来亚板块位移对高黎贡山生物区系的影响. 云南植物研究，21(4)

李恒. 1999b. 高黎贡山兰花的多样性. 云南植物研究，增刊 XI

王荷生. 1992. 植物区系地理. 北京：科学出版社
王文采等. 1994. 横断山区维管植物（上册）. 北京：科学出版社. 1267～1275
吴征镒，王荷生. 1983. 中国自然地理——植物地理. 北京：科学出版社
吴征镒. 1991. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究，增刊 IV：1～139
Grierson A J C, Long D G. 1991. Royal botanic garden edinburgh. Flora of Bhutan, Vol. 2 Part. 1：333～350
Hara H, Williams L H J. 1979. An enumeration of the flowering plants of Nepal, Vol. 2. The Chaucer Press
Li H L. 1944. The phytogeographical divisions of China, with special reference to the Araliaceae. Proc Acad Nat Sci Philad, 96：249～277
Mabberley D J. 1996. The plant-book：A portable dictionary of higher plants. Cambridge University Press
Willis J C. 1973. A dictionary of the flowering plants and ferns. Cambridge University Press

A Phytogeographical Study on Araliaceae in Gaoligong Mountains

LI Rong LONG Chun-lin

(Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

Abstract Based on the analyses of genera, species, and geological data, a study on the phytogeography of Araliaceae in the Gaoligong Mountains was carried out. The results are as follows: ① The Araliaceae flora in the region consists of 15 genera, 56 species, and 13 varieties. ② At the level of genera most of Araliaceae in the Gaoligong Mountains originated from the tropics. The tropical genera of Araliaceae in the Gaoligong Mountains region are 66.7% (10 genera) while the temperate genera are only 33.3% (5 genera). The Araliaceae flora of the Gaoligong Mountains is less affinities to that of the Mediterranean and Central Asia. ③ At the specific level the Araliaceae of the Gaoligong Mountains region is dominated by temperate species (88.4% of the total species). This pattern is markedly different from that of the genera. The flora of the Gaoligong Mountains originated in the tropics. The Araliaceae in the Gaoligong Mountains with a tropical origin, differentiated into various species (e. g. *Merrilliopanax* spp.) which are suitable to grow in a temperate region during the Burma-Malaya Geoblock movement northward from the tropical to temperate zone. Only a few tropical species remained in the Dulong River watershed (e. g. *Dendropanax* spp.). Therefore, there are more genera with tropical origin than the those with temperate origin, while tropical species are less than the temperate ones. Among all the floristic components, the Sino-Himalayan (15 spp.) and the endemic to Chinese (43 spp.) components constitute the framework of the Araliaceae flora in the Gaoligong Mountains. These components have a temperate floristic characteristic. ④ The Araliaceae in the Gaoligong Mountains is rich in endemic species. There are 22 species and varieties endemic to the China, 12 species

and varieties endemic to Yunnan, and 9 species endemic to the Gaoligong Mountains. The amount of endemism varies with latitude with more endemic taxa in the north of the Gaoligong Mountains (8 species and varieties in Fugong) than in the south (only 1 species in Tengchong). ⑤ Because of the biogeographical effects of the Burma-Malaya Geoblock movement on the flora and fauna of the Gaoligong Mountains, some taxa in Araliaceae probably had a previously continuous distribution pattern from south or southeast Yunnan to the area of the Gaoligong Mountains but now have a disjunct distribution pattern from northwest to southeast Yunnan. These populations are separated by an ecogeographical diagonal line that effectively isolates these two regions. These taxa include *Aralia thomsonii* var. *glaberescens*, *Pentapanax leschenaultii* var. *simplex*, and *Scheffera hypoleucoides*. Some species in Araliaceae can only survive in the south and west of the diagonal line.

Key words Gaoligong Mountains, Araliaceae, Flora, Phytogeography

中国植物区系新资料*

李 嵘 李 恒 刀志灵 龙春林

（中国科学院昆明植物研究所，云南 昆明 650204）

摘 要 报道了采自滇西北高黎贡山地区的中国新记录种——腺萼唇柱苣苔（*Chirita adenocalyx* Chatterjee）及云南新记录种——西藏越桔［*Vaccinium retusum*（Griff.）Hook. f. ex C. B. Clarke］。

关键词 腺萼唇柱苣苔，西藏越桔，中国新记录，云南新记录

1 腺萼唇柱苣苔 新拟

Chirita adenocalyx Chatterjee in Kew Bull.：63. 1948；Burtt in Notes Roy. Bot. Gard. Edinb. 26：261. 1965；Wood in Notes Roy. Bot. Gard. Edinb. 33(1)：176. 1974.

多年生草本。茎下部倾卧，高达 30cm，密被短柔毛，节间长达 10cm。叶对生，卵圆形至狭卵圆形，长 4.5～16cm，宽 2～7.5cm，先端渐尖，边缘具锯齿，基部偏斜，不相等，圆形或下延，两面密被短柔毛，侧脉 7 对，背面主脉及侧脉被红棕色短柔毛；叶柄长 1～3cm，被柔毛。聚伞花序腋生，具 1～3 花，花序梗长 2～5cm，被红褐色无腺柔毛。苞片成对，基部合生，宽卵圆形，长约 1.8cm，宽约 0.5cm，先端渐尖，被柔毛，掌状脉。花梗长 0.1～0.8cm，密被柔毛。花萼管状，管长 1.3cm，齿狭三角形，长 0.9cm，基部宽 0.4cm，先端渐尖，顶端常外弯，外面密被柔毛，内面无毛，两面通常可见白色或红褐色无柄腺体。花冠长 3.5～4cm，裂片淡蓝紫色，冠筒直立，略膨胀，口部宽 1.5～2cm，外面疏被柔毛，喉部上面明显具 2 黄色腺体，冠檐二唇形，上唇 2 裂，下唇 3 裂。能育雄蕊 2，着生于离冠筒基部约 2cm 处，花丝长约 1cm，在着生处上方明显膝曲，具无柄腺体。花药连着，药室 2，略叉开，宽约 4mm，无毛；退化雄蕊 2，着生于离冠筒基部约 1cm 处，长约 0.7cm，被细长柔毛。花盘环状，高 1mm，具浅齿。雌蕊散生，具腺或无腺短柔毛，长 3.5cm，子房宽 1.8mm，花柱宽 1.2mm，柱头 2 裂，上裂片缺，下裂片浅 2 裂，宽达 4.5mm。果实未见，花期 7 月。

Yunnan（云南）：Gongshan Xian（贡山县），Dulongjiang Xiang（独龙江乡），W side of Gaoligong Mountains（高黎贡山西坡），on the trail from Qiqi to Bapo in the Dulong Jiang valley（沿独龙江流域，从期其到巴坡的山道中），growing on a wet mossy bank along the trail，alt. 2050～2150m，27°43′47″ N，98°23′29″ E，Li Heng（李恒）with Bruce Bartholwmew，Philip Thomas，Peter Fritsch，Dao Zhi-ling（刀志灵），

* 本文 2003 年发表于《武汉植物学研究》，21(2)：153～154。

Wang Zhong-lang（王仲朗），and Li Rong（李嵘）12906，Jul. 17，2000（KUN）。

分布：产中国云南贡山（独龙江流域），生于海拔 2400m 以下的常绿阔叶雨林中；印度（阿萨姆）、缅甸北部也有分布。中国新记录分布。

2 西藏越桔

Vaccinium retusum（Griff.）Hook. f. ex C. B. Clarke in Hook. f. Fl. Brit. Ind. 3：451. 1882；Sleumer in Bot. Jahrb. 71（4）：434. 1941；Hara，Fl. E. Himal. 241. 1966；Icon. Corm. Sin. 3：197. f. 4348. 1976；R. C. Fang in Fl. Xizang. 3：724. 1986；R. C. Fang in Fl. Reip. Pop. Sin. 57（3）：152. 1991. — *Thibaudia retusa* Griff. in Notulae 4：300. 1854 et Icon. Pl. Asiat. t. 509. 1854.

Yunnan（云南）：Gongshan Xian（贡山县），Cikai Zheng（茨开镇），E side of Gaoligongshan（高黎贡山东坡），along the Danzhu He on the road from Nu Jiang at Danzhu to the Myanmar border（沿怒江流域的丹珠河支流，从丹珠至缅甸边界的山道中），growing on a steep moist slope，alt. 2650m，27°37′49″ N，98°37′18″E，Li Heng（李恒）with Bruce Bartholwmew，Philip Thomas，Peter Fritsch，Dao Zhi-ling（刀志灵），Wang Zhong-lang（王仲朗），and Li Rong（李嵘）11830，Jul. 01，2000（KUN）；Gongshan Xian（贡山县），Dulongjiang Xiang（独龙江乡），W side of Gaoligong Mountains（高黎贡山西坡），on the trail from Qiqi to Bapo in the Dulong Jiang valley（沿独龙江流域，从期其到巴坡的山道中），growing in moss on a fallen tree，alt. 2500m，27°43′28″ N，98°24′54″E，Li Heng（李恒）with Bruce Bartholwmew，Philip Thomas，Peter Fritsch，Dao Zhi-ling（刀志灵），Wang Zhong-lang（王仲朗），and Li Rong（李嵘）12911，Jul. 17，2000（KUN）。

分布：云南贡山（独龙江流域）、西藏南部（察隅、定结），尼泊尔、不丹、印度（锡金邦、东北部）、缅甸北部也有分布。云南新记录。

致谢 中国科学院植物研究所的王印政博士和美国加利福尼亚科学院（California Academy of Sciences，USA）的 Bruce Bartholomew 博士惠赠有关资料及提出宝贵意见，中国科学院昆明植物研究所的方瑞征研究员在标本的鉴定过程中给予了极大的帮助。

Additions to the Flora of China

LI Rong LI Heng DAO Zhi-ling LONG Chun-lin

（Kunming Institute of Botany，the Chinese Academy of Sciences，Kunming 650204，China）

Abstract One new record species to China，*Chirita adenocalyx* Chatterjee，and

one new record species to Yunnan, *Vaccinium retusum* (Griff.) Hook. f. ex C. B. Clarke, found in Gaoligong Mountains of northwestern Yunnan are reported in this paper.

Key words *Chirita adenocalyx*, *Vaccinium retusum*, New record to China, New record to Yunnan

Two New Taxa of *Maianthemum* (Convallariaceae) from Northwestern Yunnan, China *

LI Rong LI Heng

(Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Kunming, Yunnan 650204, People's Republic of China, lirong_mail@yahoo.com, liheng@public.km.yn.cn)

Abstract As a result of expeditions to Gaoligong Mountains in Western Yunnan China, the authors discovered two new taxa. *Maianthemum dulongense* H. Li var. *coriaceum* R. Li et H. Li and *M. fuscum* (Wallich) La Frankie var. *cordatum* R. Li et H. Li are described. and their differences from the type varieties are discussed.

Key words China, Convallariaceae, *Maianthemum*

Maianthemum G. Weber ex Wiggers (including *Smilacina* Desfontaines) is a genus with about 35 species distributed widely in the northern temperate region, the Himalayas as well as subtropical montane Asia and Central America (Mabberley 1997, Chen et al. 2000). In the past (Wang & Tang 1978, Dahlgren 1980), it was separated into two genera, *Maianthemum* and *Smilacina*, based on whether the flowers are dimerous (four tepals, four stamens, two carpels) or trimerous (six tepals, six stamens, three carpels). However, because of their overall similarity, the two genera have been continuously combined (Pursh 1814, Link 1821, Greene 1888). Therman (1956) challenged the separation of the two genera on the basis of their uniform karyotype. LaFrankie (1986a, 1986b) studied the New World species of *Maianthemum* and concluded that *Smilacina* and *Maianthemum* should be combined. In his note, LaFrankie summarized the evidence for this combination and transferred the species of *Smilacina* to *Maianthemum* (1986b). Along with Li (1990) and Chen et al. (2000), the present authors agree with LaFrankie's transfers.

During the summer of 2000, a botanical expedition was carried out in Gongshan County and Dulongjiang Valley, Northwest Yunnan Province China, to study the flora of Gaoligong Mountains. In addition to the two new varieties (*Maianthemum dulongense* var. *coriaceum* and *M. fuscum* var. *cordatum*) herein described, eight others species were found in this region: *M. atropurpureum* (Franchet) LaFrankie, *M. dulongense* H. Li, *M. fuscum* (Wallich) LaFrankie, *M. gongshanense* (S. Y. Liang) H. Li, *M. henryi* (Baker) LaFrankie, *M. oleraceum* (Baker) LaFrankie, *M. purpureum*

---

* 本文 2002 年发表于 Novon,(12):486～491。

(Wallich) LaFrankie and *M. tatsienense* (Franchet) LaFrankie.

LaFrankie (1986b) transferred all the species of *Smilacina* to *Maianthemum*, however, in his note, he didn't present an infrageneric system for the genus *Maianthemum*. Hara (1987) studied the Asiatic species of *Smilacina* (Because Prof. Hiroshi Hara passed away unexpectedly in September 1986, he hadn't seen LaFrankie's paper about the transfer of this genus *Smilacina*) and gave a synopsis for the infrageneric system of the genus *Smilacina*. In his note (Hara 1987), the genus *Smilacina* can be divided sharply into four sections based on the combination of several significant features, such as corolla shape, insertion of stamens, sexuality of flowers, and the surface structure of pollen grains. Hara's (1987) infrageneric classification of the genus *Smilacina* is as following: Sect. 1. *Smilacina*, Subsect. 1a. *Smilacina*; Subsect. 1b. *Dioica* Hara; Sect. 2. *Tubifera* Hara; Sect. 3. *Oligobotrya* (Baker) Hara; Sect. 4. *Medora* (Kunth) Hara. Li (1990) (the second author) agreed with LaFrankie's taxonomic treatment of the genus *Smilacina* and studied all the species of *Maianthemum* in the world. In her note (Li 1990), according to the shape of rhizomes, the number of foliage leaves, the branching pattern of inflorescence, the basic number and the color of flowers, a new infrageneric system for the genus *Maianthemum* was presented, which divided the genus *Maianthemum* into two subgenera and five sections. Also, all the species of *Maianthemum* were recombined and rearranged as a new classification system. Li's infrageneric system of the genus *Maianthemum*, based on Li (1990), is as following:

I. *Maianthemum* subg. (Kunth) H. Li

Individual rhizome units swollen and tuberous; flowers trimerous; foliage leaves numerous.

1. Sect. *Medora*

Individual rhizome units spherical or subspherical, ovoid; flowers cotyloideus or cyathiform, purple or livid, rarely white.

a. Subsect. *Medora*

Inflorescence a panicle.

b. Subsect. *Dulongensis* H. Li

Inflorescence a raceme.

2. Sect. *Oligobotrya* (Baker) H. Li

Individual rhizome units ovoid; corolla tubiform; inflorescence racemose or paniculate with a few branches, main axis with a single flower at each node or with two to seven flowers clustered at each node; stamens inserted the throat of the corolla.

3. Sect. *Tatsienensis* H. Li

Individual rhizome units claviform or horizontal cylindrical; flowers cotyloideus or cyathiform.

II. *Maianthemum* Subgenus *Maianthemum*

Individual rhizome units extended and stoloniferous; flowers dimerous or trimerous, snow white; foliage leaves two to four.

4. Sect. *Smilacina* (Desfontaines) H. Li

Flowers trimerous.

5. Sect. *Maianthemum*

Flowers dimerous.

According to Li's infrageneric system, the new variety *Maianthemum dulongense* H. Li var. *coriaceum* R. Li & H. Li with subspherical individual rhizome units, numerous leaves, racemose inflorescence, trimerous flowers, cyathiform corolla and perianth maroon belongs to Subsect. *Dulongensis* H. Li of Sect. *Medora*. And, the new variety *Maianthemum fuscum* (Wallich) LaFrankie var. *cordatum* R. Li & H. Li with moniliform individual rhizome units, numerous leaves, paniculate inflorescence, trimerous flowers, cyathiform corolla and perianth purple belongs to Subsect. *Medora* of Sect. *Medora*.

Maianthemum dulongense H. Li var. **coriaceum** R. Li & H. Li, var. nov. TYPE. China. Yunnan: Gongshan Xian, E side of Gaoligong Mountains, on the trail from Qiqi to Dongshao Fang, wet sloping meadow, 27°41′23″N, 98°28′26″E, 3400～3600m, 17 Jul. 2000, *Li Heng* with *Bruce Bartholomew*, *Philip Thomas*, *Peter Fritsch*, *Dao Zhilin*, *Wang Zhong-lan* & *Li Rong* 12721 (holotype, KUN). Figure 1 A～E.

A *Maianthemum dulongense* var. *dulongense* folio coriaceo, cordato-oblongo, nervis 21, nervillis conspicuis, floribus 24, perianthi marronini tepalis interioribus exterioribus longioribus differt.

Terrestrial herb, 22～28cm tall. Roots uniform, 10 to 15 per rhizome unit, at nodes and internodes, (8～13)cm×(0. 5～1)mm. Rhizome a sympodium, 3～4cm long, the individual units subspherical, densely connected, 4～8 mm diameter, stem scar on node conspicuous, orbicular, 3～4mm diameter, internodes very short. Leafy stem upright, 16～18cm long, dark purple, densely pubescent; foliage leaves 5; internodes 1～2cm long, shorter apically. Leaf sessile or subsessile; blade deep-green, coriaceous, above cordate to oblong, glabrous, apex short-acute, base cordate, (3. 6～4. 3) cm × (2. 3～3)cm, veins 21, denseranked, conspicuous, venulae between veins slightly conspicuous. Inflorescence 10cm long, a cylindric raceme with 24 flowers, fertile axis erect or arching upward, densely pubescent. Flowers trimerous; pedicel 2～5mm long, densely pubescent, with a broad triangular bract; perianth maroon, cupuliform, ca. 4mm diameter; tepals oblong, cuspidate apex, outer ca. 3mm×2mm, inner longer, ca. 4mm×2mm; stamens 6, white, filaments short ca. 1 mm long, anthers ovate, ca. 1 mm long; ovary conical, pubescent, 3 locules, style inconspicuous, stigma 3-lobed. Flowering in July. Fruit not seen.

Distribution and habitat. Known only from the type locality, where it has been collected in primarily evergreen broadleaf forest at 3400～3600m. This new variety is common in wet sloping meadows by rivers.

Maianthemum dulongense var. *coriaceum* differs from var. *dulongense* in having a coriaceous, cordate-oblong leaf, blade with 21 veins and conspicuous venulae, an inflo-

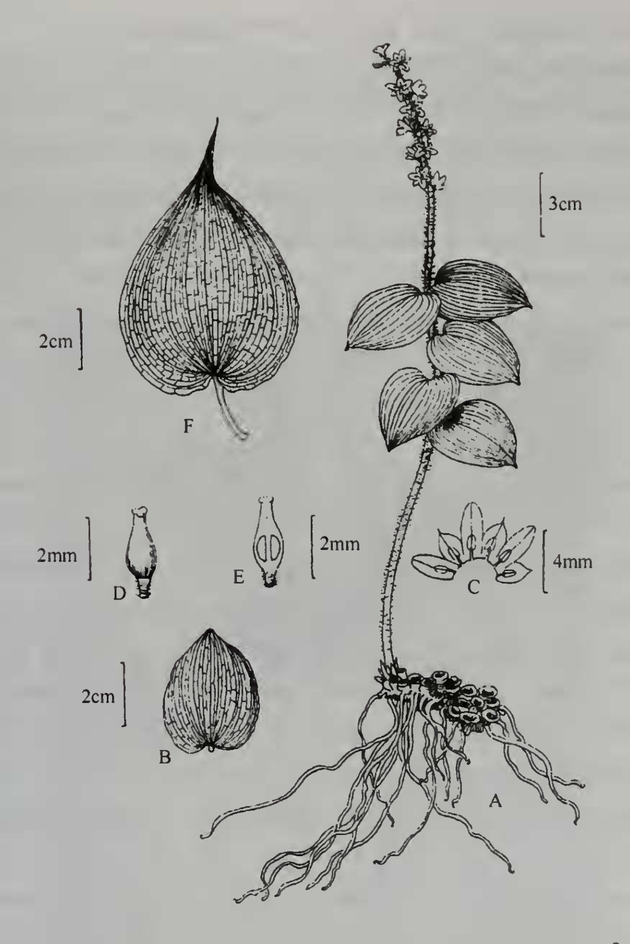


Fig. 1 A～E *Maianthemum dulongense* H. Li var. *coriaceum* R. Li & H. Li.
A: Rhizome, leafy shoot and infructescence. B: Leaf. C: Tepals and stamens. D: Gynoecium. E: Ovary, longitudinal section. F: *Maianthemum fuscum* (Wallich) LaFrankie var. *cordatum* R. Li & H. Li. F: Leaf (Drawn by Wang Ling from the holotypes)

rescence with 24 flowers, a maroon perianth and inner tepals longer than outer tepals. By contrast, var. *M. dulongense* var. *dulongense* has a papyraceous, ovate leaf, blade with 15 veins and inconspicuous venulae, an inflorescence with 6 to 15 flowers and a light purple perianth.

Maianthemum dulongense var. *coriaceum* is restricted to the east side of the Gaoligong Mountains, and occurs in a geographical area allopatric to the typic variety that occurs in west side of Gaoligong Mountains and extending to southeastern Xizang (H. Li 1990, 1997). In our opinion, the shape of the rhizomes, the number of foliage leaves, the branching pattern of the inflorescence, the basic number and the color of flowers are usually important diagnostic features for evaluating species limits throughout the genus. However, the variety *coriaceum* is distinguished from the typic variety by the shape of the leaf blade, the number of veins and the number of flowers. Other features are the

same and hence we recognize it as a variety of *M. dulongense.*

Maianthemum dulongense H. Li var. *dulongense* was first described in 1990 in *Acta Botanica Yunnanica*, Suppl. 3. In Li's infrageneric system of the genus *Maianthemum*, it was arranged in Subsect. *Dulongensis* H. Li of Sect. *Medora* according to the characters proposed by Li as diagnostic, for example, moniliform individual rhizome units, numerous leaves, racemose inflorescence, trimerous flowers, cyathiform corolla.

Maianthemum fuscum (Wallich) LaFrankie var. ***cordatum*** R. Li & H. Li, var. nov. TYPE: China. Yunnan: Gongshan Xian, Dulong Jiang Valley, W side of Gaoligong Mountains, under forest, 2200 m, 16 May 1991, *Dulong Jiang Expedition* 6854 (holotype, KUN; isotype MO). Fig. 1 F.

A *Maianthemum fusco* var. *fusco* folio cordato, floribus 20, pedicello tenui differt.

Terrestrial herb, 20～40cm tall. Roots uniform, 8 to 13 per rhizome unit, at nodes and internodes, 7～15cm long. Rhizome a sympodium, 3～8cm long, the individual units moniliform or subcylindrical, densely connected, 1～1. 5cm in diameter, stem scar on node conspicuous, discoidal, 3. 4 mm diameter, internodes very short. Leafy stem arcuately ascending, 15～30cm long, green, cylindrical, glabrous; foliage leaves 3～7; internodes 1. 5～3cm long. Leaf petiolate, 2～3cm long; blade green, chartaceous, glabrous, ovate-cordate, (7～12)cm×(4～6. 5)cm, abruptly attenuate with an acumen of 1. 1～1. 8cm at the apex, deeply cordate at the base. Inflorescence 5～10cm long, a panicle with 20 flowers, rachis conspicuously zigzagged, glabrous; shortly pedunculate, 8～15mm long, glabrous, bractless. Flowers trimerous; pedicel tenuous, 4～9mm long, glabrous, with a ca. 1 mm long triangular bract at the base; perianth purple, subrotate, ca. 5～8mm in diameter, 6-lobed nearly to the base, connate part ca. 0. 5 mm long; tepals ovate, obtuse at the apex, outer 3 lobes much smaller, ca. 2mm×2mm, inner 3 lobes larger, ca. 3mm×3mm wide; stamens 6, light yellow, filaments ovoid, carnose, white, ca. 0. 5 mm long, inserted to the base of the corollalobes, anthers small, roundish, yellow, ca. 0. 4～0. 5mm long, basifixed; ovary ovate, ca. 1mm long, 3 locules, style very short, pyramidal, ca. 0. 4mm long, stigma obscurely 3-lobed. Flowering in April-May, Fruiting in June-December.

Distribution and habitat. The new variety occurs in Northwestern Yunnan and Southeastern Xizang, China. The type specimen was collected in Dulong Jiang Valley by Dulong Jiang Expedition in 1991. Growing in evergreen broadleaf forest at 1800～3000m.

Maianthemum fuscum var. *cordatum* differs from var. *fuscum* in having a cordate blade; an inflorescence with 20 flowers and a tenuous pedicel. By contrast, var. *fuscum* has a lanceolate leaf blade; an inflorescence with 3 to 10 flowers and a filiform pedicel.

Maianthemum fuscum var. *cordatum* is restricted to northern Gaoligong Mountains and southern Xizang, and occurs in a geographical area sympatric with the typic variety that occurs in western Yunnan, southern Xizang and extending to eastern Himalaya (including Nepal, Sikkim, Bhutan, northeastern India and northern Burma) (Noltie 1994,

H. Li 1997). In our opinion, the shape of the rhizomes, the number of foliage leaves, the branching pattern of inflorescence, and the basic number and the color of the flowers usually to be the important diagnostic features for evaluating species limits throughout the genus. However, the shape of the blade and number of flowers are quite variable for variety *fuscum*. The new variety *cordatum* is distinguished from the typic variety by the shape of blade and number of flowers. Other morphological features are the same, and hence we recognize this taxon as a variety of *M. fuscum*.

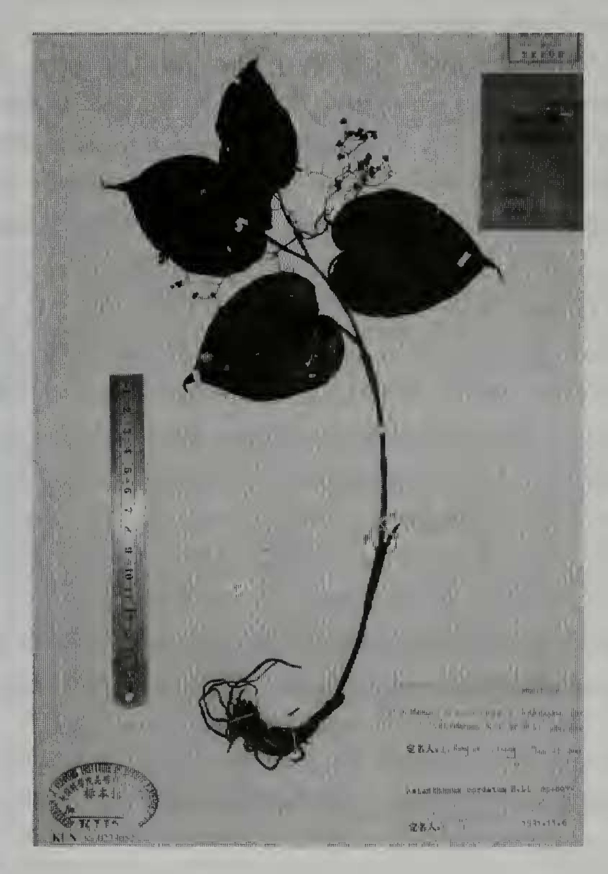


Fig. 2 *Maianthemum fuscum* (Wallich) LaFrankie var. *cordatum* R. Li & H. Li (flower, *Dulong Jiang Expedition* 6854, holotype, KUN)

Maianthemum fuscum var. *cordatum* resembles the variety *M. fuscum* (Wallich) La Frankie var. *pilosum* (Hara) S. Karthikeyan and grows allopatric with it, which occurs in Nepal and Bhutan (Hara 1987), but can be separated by a few constant characters. The variety *cordatum* is distinguished from the variety *pilosum* in having glabrous leaf blade; rachis of inflorescence conspicuously zigzag, glabrous. By contrast, variety *pilosum* has ciliate on the margin of blade; rachis of inflorescence almost straight, sometimes with stiff spreading hairs.

In Hara's (1987) opinion, the typic variety *Maianthemum fuscum* (Wallich)

LaFrankie var. *fuscum* belonged to Sect. *Medora* of the genus *Smilacina* (1987), but it was subsequently transferred to the genus *Maianthemum* by LaFrankie (1986b). In Li's infrageneric system of the genus *Maianthemum* (1990), it was rearranged in Subsect. *Medora* of Sect. *Medora* according to the diagnostic characters proposed by Li, for example, moniliform individual rhizome units, numerous leaves, paniculate inflorescence, trimerous flowers, cyathiform corolla and purple perianth. So, both the specieses *M. fuscum* (Wallich) LaFrankie and *M. dulongense* H. Li belong to the same subgenus and section, but in different subsection.

Paratypes. CHINA. **Yunnan**: Gongshan Xian, Dulong Jiang Valley, W side of Gaoligong Mountains, in evergreen forest, 2200m, 20 May 1991, *Dulong Jiang Expedition* 6939 (KUN); Zhiyenandai, in broadleaf evergreen forest, 2200m, 4 Sep. 1982, *Qizang Expedition* 9918 (KUN); Fugong Xian, Quanmugulu-A'ludeng, 2500～3000m, 31, Jul. 1979, *Nujiang Expedition* 791658 (KUN). **Xizang**: Dingjie Xian, Chengtangqi, in broadleaf forest, 2300m, 6 Jun. 1975, *Qizang Expedition* 5545 (KUN); Medog, Hanmi, under forest, 2300m, 26 Oct. 1992, *Expedition to Medog* 0571 (KUN), 2100m, 27 Oct. 1992, *Expedition to Medog* 0846 (KUN), 1900m, 28 Oct. 1992, *Expedition to Medog* 0938 (KUN); Beiben, the back hill of Xirah, under forest, 2200m, 8 Dec. 1992, *Expedition to Medog* 2074 (KUN); Pangxin, Pangguo, in forest, 2100m, 28 Feb. 1993, *Expedition to Medog* 4090 (KUN); Damu, under forest, 2000m, 6 Mar. 1993, *Expedition to Medog* 4234 (KUN); Rengqiangpeng, in forest, 2000m, 22 Apr. 1993, *Expedition to Medog* 5691 (KUN); Denxin, Wenlang, in forest, 1800m, 29 Apr. 1993, *Expedition to Medog* 6069 (KUN).

The following key to the *Maianthemum* species is presented here includes all species of *Maianthemum* found from the Gaoligong Mountains, plus two new varieties described herein.

KEY TO THE SPECIES OF *MAIANTHEMUM* IN GAOLIGONG MOUNTAINS

1a. Corolla distinct or connate at the base.

  2a. Inflorescence a raceme.

    3a. Leaf papyraceous, ovate; blade with 15 veins and inconspicuous venulae; inflorescence with 6 to 15 flowers; perianth light purple ······················ *M. dulongense* var. *dulongense*

    3b. Leaf coriaceous, cordate-oblong; blade with 21 veins and conspicuous venulae; inflorescence with 24 flowers; perianth maroon ·· *M. dulongense* var. *coriaceum*

  2b. Inflorescence a panicle.

    4a. Plant pubescent.

      5a. Foliage leaves more than 4; inflorescence with more than 10 flowers.

        6a. Leaf elliptic-ovate to broadly lanceolate, 12～21cm long, long-cuspidate at the apex; style conspicuous 2～2.5mm long ···························· *M. oleraceum*

        6b. Leaf elliptic to oblong, 7～13cm long, acuminate at the apex; style short, 1.2mm

long ·· *M. purpureum*

5b. Foliage leaves 2; inflorescence with 1 to 4 flowers; plant 5～20cm tall; leaf ovate to ellipticovate, pubescent, 2～5cm long, 1.5～3cm wide ············ *M. gongshanense*

4b. Plant glabrous.

7a. Petioles 1～4cm long; tepals ovate, 3～4mm long; stigma obscurely 3-lobed.

8a. Blade lanceolate; inflorescence with 3 to 10 flowers, pedicel filiform ·· *M. fuscum* var. *fuscum*

8b. Blade cordate; inflorescence with 20 flowers, pedicel byssoid ·· *M. fuscum* var. *cordatum* R. Li & H. Li

7b. Petioles short, less than 1cm long; tepals narrowly lanceolate, 2～2.5mm long; stigma deeply 3-lobed ·· *M. tatsienense*

1b. Corolla conspicuously connate.

9a. Plant 30～80cm tall; rhizome moniliform; flowers salver-shaped; corolla tube cylindric, 6～7mm long; style ca. 2mm long, stigma 3-lobed; berries green with purple spots ·· *M. henryi*

9b. Plant 80～150cm tall; rhizome nodose; flowers broadly campanulate or rotate; corolla tube cupulate, 1～2mm long; style short, ca. 0.5mm long, stigma obscurely 3-lobed; berries red ·· *M. atropupureum*

Acknowledgment The study is supported by the National Nature Science Foundation of China (Grant No. 39670086), the National Geographic Society (U. S. A., Grant ♯ 6578-99) and the National Science Foundation (U. S. A., Award No. DEB-0103795). We are grateful to Miss Wang Ling for preparing the drawing.

References

Chen S C, Kawano S. 2000, Two new combinations in *Maianthemum* (Convallariaceae). Novon. 10(2): 113～114

Dahlgren R M T. 1980. A revised system of classification of the angiosperms. Bot J Linn Soc, 80: 91～124

Greene E L. 1888. Bibliographic notes on well known plants. IX. Bulletin of the Torrey Botanical Club 15: 285～287

Hara H. 1987. Notes towards a revision of the Asiatic species of the genus *Smilacina*. J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sect. 3, Bot, 14: 137～159

LaFrankie J V, Jr. 1986a. Morphology and taxonomy of the New world species of *Maianthemum* (Liliaceae). J Arnold Arbore, 67: 371～439

LaFrankie J V, Jr. 1986b. Transfer of the species of *Smilacina* to *Maianthemum* (Liliaceae). Taxon, 35: 584～589

Li H. 1990. Infrageneric system of the genus *Maianthemum*. Acta Bot Yunnan, Suppl. 3: 1～12

Li H. 1997. Liliaceae. In: Wu C Y. Flora Yunnanica Science Press, Beijing. 7: 749

Mabberley D J. 1997. The Plant-Book: A Portable Dictionary of the Vascular Plants. 2nd ed. Cambridge Univ. Press, Cambridge

Noltie H J. 1994. Convallariaceae. In: Grierson A J C, Long D G. Flora of Bhutan 3(1): 47. Royal Botanic Garden Edinburgh

Pursh F T. 1814. Flora americae septentrionalis. White, Cochrane and Co., London

Therman E. 1956. Cytotaxonomy of the tribe Polygonateae. Amer J Bot, 43: 134～142

Wang F T, Tang T. 1978. Liliaceae. In: Inst. Bot. Acad. Sin.. Flora Reipublicae Popularis Sinicae Science Press, Beijing. 15: 26～40

Arisaema danzhuense (Araceae), a New Species from the Gaoligong Mountains, Northwestern Yunnan, China*

YI Ting-shuang LI Heng

(Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Heilongtan, Kunming, Yunnan 650204, People's Republic of China)

Abstract *Arisaema danzhuense* T. S. Yi & H. Li (sect. *Trisecta*) is described as a new species from the Gaoligong Mountains, northwestern Yunnan, China. It is closely related to *A. propinquum* Schott but differs in having a greenish spathe with white stripes and a round apex with an acumen 5mm long, a greenish petiole and peduncle densely verruculose with whitish spinules, and the terminal leaflet with an acute apex.

Key words Araceae, *Arisaema*, China

The genus *Arisaema* Martius is a North Temperate genus comprised of about 170 species (Li 1980, Mayo et al. 1997). There are 93 species in China (Li and Long 1998); 35 species are distributed in the Gaoligong Mountains (Li 2000). The genus has been divided into 10 or 13 sections (Hara 1971, Murata 1984). Section *Trisecta* Schott is one of the largest, comprising 15 species that are distributed in Burma, the Himalayas, and western China (Murata 1984). The section can be distinguished from the other sections by having anthers dehiscing by a horseshoe-shaped slit and the base part of appendix swelling into a disk. *Arisaema danzhuense* is easily recognized as a member of this section with these characters.

Rising between the great Salween and Irrawaddy Rivers, the Gaoligong Mountains lie in the border area between southwestern China and northern Myanmar. There are 4303 species of seed plants recorded in the Chinese part of the Gaoligong Mountains (Li 2000), thus making it one of the richest biological resource areas in the world.

Arisaema danzhuense T. S. Yi & H. Li, sp. nov. TYPE: China. Yunnan: Gongshan Xian, Danzhu, 3000m, 1 July 2000, Li Heng, Bruce Bartholomew & Philip Thomas et al. 12101 (holotype, KUN; isotypes, E, MO). Fig. 1.

Haec species *Arisaemati propinquo* Schott affinis, sed ab eo petiolo et pedunculo

* 本文 2001 年发表于 Novon, (11): 512～514。

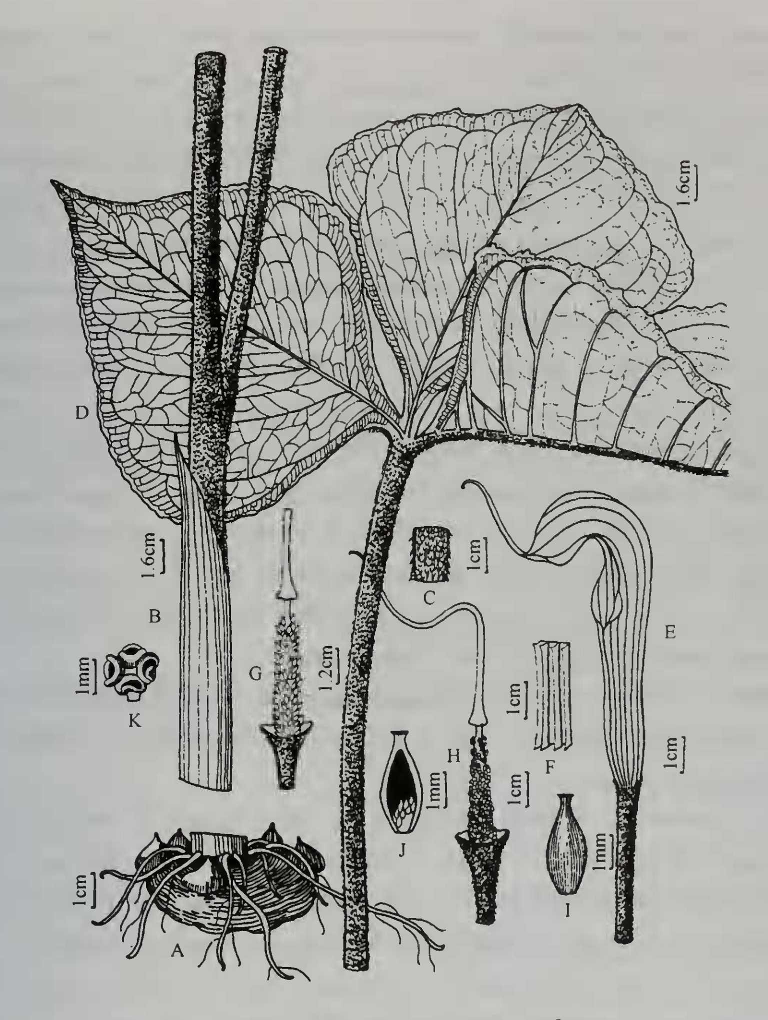


Fig. 1 *Arisaema danzhuense* T. S. Yi & H. Li.

A: Tuber; B: Part of peduncle showing cataphyll; C: Part of peduncle showing verrucosities and spinules; D: Leaflets; E. Inflorescence; F: Inner part of spathe showing laminae; G: Female inflorescence; H: Male inflorescence; I: Pistil; J: Longitudinal section of pistil showing ovules; K: Synandrium; A～G, I, and J from *Heng*, Bartholomew & Thomas et al. 12101 (female). and H, K from Heng, Bartholomew & Thomas et al. 12102 (male) (Drawn by Wang Ling)

viridibus, verrucosis, spinulis albidis armatis, foliolorum marginibus purpureis, undulatis, spatha viridi striis albidis ornata in acumen 5mm longum apice rotundatum desinente atque spadicis appendice viridi differt.

Perennial dioecious herb. Tuber subglobose, 1. 5～5cm diam. , brown outside, bearing 5～10cm tubercles 0. 5～1cm diam. , easily separated from the mother tuber. Cataphylls 2 or 3, oblong-elliptic, to 20cm×5cm, membranous, greenish. Leaf 1; petiole cylindric, (40～60)cm×(0. 5～2. 5)cm, greenish, densely verruculose with whitish spinules, sheathed in proximal 1/3; leaf blade trifoliolate; leaflets sessile or subsessile, green above with dark purple maculations, greenish below, the margins purple; midrib

and lateral veins elevated beneath, verruculose with whitish spinules; terminal leaflet depressed rhombic, (15～21)cm×(16～20)cm, acute at the apex, broadly cuneate at the base, with 7 lateral veins per side, the connective veins 3, 1～15mm from the margin; lateral leaflets obliquely ovate, (20～30)cm×(15～21)cm, acuminate at apex, broadly cuneate at the base. Peduncle (40～50)cm×(0.7～1.2)cm, emerging from petiole sheath, greenish, verruculose and spinulescent. Spathe greenish with white stripes, pale green inside with about 20 longitudinal laminae 1～3mm wide; tube cylindric, 5cm×3cm, the throat margins slightly recurved; limb oblong, incurved, 8cm×(2～5) cm, the apex rounded with acumen 0.5cm. Spadix unisexual. Female spadix: fertile portion cylindric, 5.5cm×(0.7～1.6)cm; the flowers dense; ovary oblong-ovate, 5mm×2mm, pale green with green stripes, the style short, the stigma white, pilose; ovules 9, subbasal, erect; appendix flagelliform, 14cm long, the upper part filiform, tortuous, smooth, greenish, the base swollen to 6mm diam., truncate and stipitate, the stipe 3mm long. Male spadix: fertile portion cylindric, 3cm×0.8cm diam.; synandria stipitate, the stipe 1mm long; anthers 3 to 5 (mostly 4), obovate, whitish, dehiscing by a horseshoe-shaped slit; apendix as in female spadix.

Distribution. Known only from Gongshan Xian, on the east slope of the Gaoligong Mountains, northwestern Yunnan, China; 3000m above sea level; in a meadow by a river, among shrubs on a slope.

Arisaema danzhuense is most similar to *A. propinquum* Schott, which is from southern Xizang, China, India, Nepal, Pakistan, Sikkim, and Bhutan (Li 1979, 1987), in having anthers dehiscing by a horseshoe-shaped slit and the base part of the appendix swelling into a disk, and middle leaflets elliptic, ovate or rhombic, longer than wide. However, the latter species differs in having terminal leaflets with an acuminate apex, smooth petioles with small dark green or dark purple longitudinal stripes, a purple-spotted peduncle, and a purple spathe with whitish stripes and an acumen 2～3cm. As species in the same section, *A. elephas* Buchet and *A. asperatum* N. E. Brown are similar to *A. danzhuense* in their peduncle and stem bearing verrucosities or spines, but the two species differ in having an obcordate or obdeltate middle leaflet, a dark purple spathe with whitish green stripes, and an acuminate spathe apex.

This new species is named after its type locality.

Paratypes. CHINA. **Yunnan**: Gongshan Xian, Danzhu, 3000m, 1 July 2000, Li Heng, Bruce Bartholomew & Philip Thomas et al. 12102 (KUN, E, MO).

Acknowledgments The field expedition to the Gaoligong Mountains was supported by the National Natural Science Foundation of China (grant number 89670086), the National Geographic Society (grant number 6578-99), the California Academy of Sciences, and the Chinese Academy of Sciences (the Knowledge Innovation Project and grant number A-6). We are grateful to Li Dezhu for his comments and help in preparation of

the manuscript, and to Wang Ling for preparing the illustration.

References

Hara H. 1971. Araceae. In: The Flora of Eastern Himalaya. Univ. Tokyo Press, Tokyo. 321～354

Li H. 1979. Araceae, Lemnaceae. In: Wu C Y, Li H. Flora Reipublicae Popularis Sinicae . Beijing: Science Press, 13 (2): 116～194

Li H. 1980. Himalayas-Henduan Mountains, the center of distribution and differentiation of the genus Arisaema. In Ecological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau. Beijing: Science Press, II: 1321～1327

Li H. 1987. Araceae. In: Wu C Y, Flora Xizangica. Beijing: Science Press, 5: 466～481

Li H. 2000. Araceae. In: H. Li, Guo Huijun, Dao Zhiling, Flora of Gaoligong Mountains. Beijing: Science Press. 1056～1067

Li H, Long Chun-Lin. 1998. A preliminary revision of Araceae in China. Acta Bot. Yunn. Suppl. X: 12～23

Mayo S J, Bogner J, Boyce P C. 1997. The Genera of Araceae. Royal Botanic Gardens, Kew. 270～275

Murata J. 1984. An attempt at an infrageneric classification of the genus *Arisaema* (Araceae). J Fac Sci Univ Tokyo, Sect 3, Bot. 13: 431～482

高黎贡山马先蒿物种多样性与地理分布*

王　红　李德铢

（中国科学院昆明植物研究所，昆明　650204）

摘　要　高黎贡山有马先蒿属植物 41 种，占云南马先蒿属种类的 27.3%；在李惠林系统的 4 种花冠类型中，有无齿型 7 种，具齿型 3 种，短管具喙型 28 种，长管具喙型 3 种。按照钟补求系统，马先蒿属共分为 13 个群，其中云南有 13 个群，高黎贡山 9 个群，占总数的 69.2%；112 个系中，云南 72 个，而高黎贡山就有 36 个，分别占全球和云南的 32.14%和 50%。在高黎贡山几乎可以看到本属从原始到进化发展的各个主要阶段，由此可见，高黎贡山是马先蒿属的分布中心和多样化中心的一部分，以富含高等级类群（群、系）和中间类群（如短管具喙花冠型）为主要特点。高黎贡山具有马先蒿属的特有种 5 个，云南特有种 14 个，中国（西南）特有种 16 个，特有现象十分明显，表明本属在高黎贡山产生了一系列的分化和新种的形成。进一步研究高黎贡山马先蒿属的多样化成因，特别是种类集中的短管具喙型花冠类型的传粉机制和特有适应性，对于揭示该地区物种多样性的起源和地理分布格局具有重要意义。

关键词　马先蒿属，物种多样性，地理分布，高黎贡山

分类号　Q 948

高黎贡山特殊的地质历史背景和地貌特征，给这一地区的生物区系造就了一个独特的演化背景。作为北温带分布的大属，马先蒿属（*Pedicularis*）在高黎贡山也经历了一系列的地史事件和由此造成的生态环境的分化。本文试图借助植物地理学的手段，探讨马先蒿属在高黎贡山物种多样性的起源、演化和地理分布规律。

1　马先蒿的形态学变异与花冠类型的分化

马先蒿属（*Pedicularis*）植物为多年生或一（二）年生草本，植株形态多样，分布到高黎贡山的种类如 *P. axillaris*、*P. gracilis*、*P. sinensis* 呈倾卧状，有的低矮，如 *P. yui*，高度仅 4～9cm；有的种类如 *P. phaceliaefolia*，植株粗壮而高大，高度达 60～80cm。一般情况下，生长在寒温性草甸的种类，植株相对低矮；生长在林缘空地、灌丛林中的种类，植株较为高大，茎干直立，少数种类如 *P. corydaloides* 有时附生于树上。

本属植物形态变化较大，其中叶与花冠的变异尤为复杂。叶常为披针形，边缘羽状浅裂至深 裂；叶基生或茎生，茎生叶常互生、对生或轮生，有时呈假对生或假轮生状。花有一个基本的花冠管、三裂的下唇和两裂的上唇（又称头盔）、4 个内向的花药，花柱伸长的柱头超过上唇的顶端。花的颜色变化复杂，大多为黄色、粉红色至紫红色，分

---

* 本文 1999 年发表于《云南植物研究》，（增刊 XI）：35～43。

布在滇西北（高黎贡山）地区的 *P. phaceliaefolia* 花为白色，是较为少见的花色。分布到高黎贡山的 *P. tsekouensis* 在同一居群内，发现浅黄至粉红、玫瑰红等不同颜色。本属植物花冠变异十分强烈，李惠林（1948～1949）提出了 4 种花冠类型，以原始的头盔无齿型至有喙型，到最为进化的长管型。根据 Gill（1972）、Löve（1972）和 Roose（1973）等对该属内不同种的染色体报道，本属染色体一般基数是 $n=8$（除 *P. verticillata*，$n=6$），Steven（1823）等根据轮生叶序划分了其他全部类群。钟补求（1955）依据亲缘关系远近，提出了两种基本的花冠形式，他的系统与李惠林的进化花冠式或叶序为基础的 Steven 系统不同（图 1）。

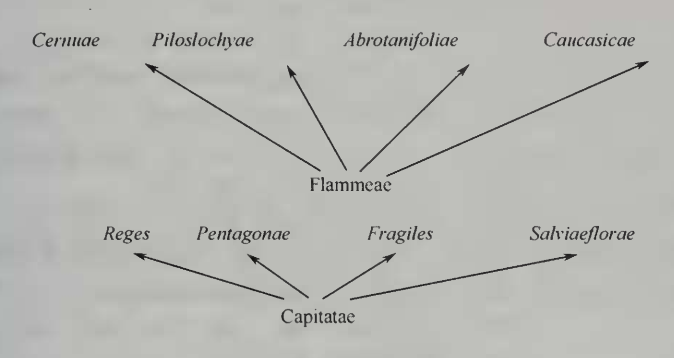


图 1　钟补求两个基本花冠型（钟补求　1955）

在马先蒿属的进化过程中，叶的性状较花冠稳定。由于共同遗传特性，而相关的种显示了叶 的相似性（Li　1951）。Savile（1977）认为，叶的多样化可能是适应生态环境的结果。本属植物的花冠颜色和形态变化比较活跃。李惠林（1948～1949）认为，传粉昆虫的选择是本属内花产生多样化的一个重要动力，另一方面，本属染色体数目相对稳定，有足够的能量产生大量的多样化的花。高黎贡山马先蒿属植物具有本属全部花冠类型，即从原始到进化的各种类型（表 1）。

表 1　高黎贡山马先蒿花冠类型

花冠类型	无齿型	具齿型	具喙短管型	具喙长管
种数	7	3	28	3

在上述花冠类型中，无齿或具齿类型较为原始，具喙有短的花冠管类型介于无喙类型与具喙有长管类型之间，其中，最发达的花冠为具喙有狭长花冠管类型。从表 1 看出，高黎贡山地区较为进化的马先蒿种类最少，中间过渡类型占多数，原始种类次之。在本地区，迄今没有发现最发达的长管具喙的种类，如 *P. longiflora* var. *tubiformis*，*P. siphonantha* var. *delavayi* 等，却保留了较为原始的类群如花冠无齿类型的 *P. aurata* 等，中间过渡类型占整个种类的 68.29%，这说明具不同花冠类型的种类在本地区正处于不同的种系分化阶段。

2　高黎贡山马先蒿的地理分布

马先蒿属约有 600 种，我国有 352 种（Hong　1983）。马先蒿属在我国集中分布于

西南地区，云南约有 150 余种。根据我们的研究，仅在云南境内的高黎贡山地区就有马先蒿 41 种（和亚种）（表 2），分别占云南马先蒿种类的 27.3%和中国种数的 11.65%。由此可见，高黎贡山是马先蒿属现代分化中心的一部分。

表 2　高黎贡山马先蒿属植物种类分布情况

种名	系	海拔/m	分布
P. tsekouensis	3	3200～4200	贡山、福贡、德钦、中甸、维西、丽江、四川、缅甸
P. galeata	5	3500～3900	贡山、德钦、维西
P. rhodotricha	10	3700～3800	贡山、四川
P. salviaeflora	21	1920～3200	贡山、德钦、中甸、丽江、鹤庆、大理、洱源 、景东、昆明、东川、巧家、四川、贵州
P. gracilis sinensis	24	1200～3600	贡山、福贡、泸水、丽江、漾濞、鹤庆、大理、景东、镇康、凤庆、临沧、西藏、四川、贵州
P. aurata	26	2700～3880	贡山、德钦、西藏
P. axillaries	31	1900～4000	贡山、福贡、泸水、兰坪、保山、德钦、中甸、维西、丽江、宁蒗、漾濞、大理、西藏、四川
P. infirma	32	3000	贡山（高黎贡山特有种）
P. macrosiphon	35	1600～3800	贡山、德钦、中甸、维西、西藏、四川
P. phaceliaefolia	37	3800～3900	贡山、四川
P. tenuisecta	47	1300～3400	贡山、兰坪、德钦、中甸、维西、丽江、鹤庆、漾濞、大理、宾川、剑川、罗茨、景东、凤庆、昆明、寻甸、楚雄、峨山、四川、贵州
P. panthingii ssp. *chimiliensis*	49	1540～3800	贡山、德钦、缅甸
P. panthingii ssp. *brachycarph*	49	3300～4200	贡山、福贡、德钦
P. brachycrania	54	3500～4500	贡山、泸水、德钦、中甸、四川
P. glabrescens	54	3500～4060	贡山、德钦、中甸
P. microchila	55	3750～4000	贡山、中甸、四川
P. gyrorhyncha	63	2300～4000	贡山、德钦、中甸、维西、鹤庆、大理
P. gracilicaulis	67	3000～3300	贡山、德钦
P. cephalantha	68	3900～4000	贡山、德钦、中甸、丽江、洱源、临沧、昭通、会泽、镇雄、巧家、西藏、四川
P. monbeigiana	69	2700～4150	贡山、福贡、泸水、德钦、维西、丽江
P. rhinanthoides ssp. *tibetica*	72	3000～4150	贡山、德钦、中甸、维西、四川
P. verbenaefolia	78	2900～4200	贡山、福贡、德钦、中甸、维西、大理
P. confertiflora	79	3500～4200	贡山、德钦、中甸、维西、洱源、鹤庆、大理 、宾川、昆明、昭通、会泽、西藏、四川、尼泊尔
P. lamioides	79	3000～4000	贡山、丽江
P. remotiloba	85	3600～4200	贡山、德钦
P. cernua	88	3500～4630	贡山、福贡、德钦、中甸、四川
P. gongshanensis	89	3600	贡山（高黎贡山特有种）
P. yui	93	4000～4100	贡山（高黎贡山特有种）
P. mayana	93	2900～4400	贡山、福贡、维西
P. micrantha	95	3100～4600	贡山、德钦
P. praeruptorum	95	3300～4650	贡山、德钦、丽江、大理、四川

续表

种名	系	海拔/m	分布
P. elwesii	98	3300～4500	贡山、德钦、中甸、丽江、鹤庆、西藏，不丹、印度锡金邦、尼泊尔
P. elwesii major	98	3500～3700	贡山（高黎贡山特有种）
P. dulongensis	100	3500～3600	贡山（高黎贡山特有种）
P. corydaloides	103	3000～4100	贡山、德钦、维西
P. sigmoidea	111	3000～4300	腾冲、德钦、中甸、丽江、鹤庆
P. humilis	111	3100～4500	保山、德钦、中甸

在马先蒿属内，属下的分类等级最常用的是系（Series），从 Prain（1890）开始至今，系这一等级均得到广泛应用。在属与系之间的等级上，李惠林（1955）和 Yamazaki（1988）曾用过亚属和组这两个等级，但 Yamazaki 的系统中，组仅限于喜马拉雅地区的种，无法从整个属的角度进行讨论。故本文采用了钟补求（1963）系统中的群作为属与系之间的分类等级加以讨论（尽管群 Grex 在“法规”中没有明确的地位）。为了进一步说明高黎贡山马先蒿植物的分布情况，现从群、系、种的水平分述如下。

2.1 群的分布

马先蒿属共分 13 个群，中国都有，其中多裂叶群（Grex *Polyschistophyllum*）为本属最小的一群，是中国特有群，分布于四川西部和云南西北部。云南也有本属全部 13 个群，主要分布于滇西北、滇中、滇东北，延伸至东喜马拉雅地区。高黎贡山有 9 个群，其中 Grex *Dolichophyllum*、Grex *Brachyllum*、Grex *Cyathophora* 三个群属于中国西南-喜马拉雅分布型；Grex *Cladomania*，Grex *Rhizophyllum* 为广布群，分布到环北极、欧洲、西伯利亚-土耳其斯坦、日本、美洲、西藏、云南-喜马拉雅；Grex *Dolichomiscus* 主要分布于北温带；Grex *Sigmantha* 主要分布在北极-高山；Grex *Cyclocladus* 则分布于温带亚洲。

2.2 系的分布

马先蒿属分为 112 系，云南有 72 个系，其中 8 个系为云南特有。高黎贡山有 36 个系，Ser. *Infirmae* 为高黎贡山特有，Ser. *Galeatae* 和 Ser. *Rmotilobae* 为高黎贡山-德钦-维西共有。除 Ser. *Amplitude* 分布到滇西南外，有 7 个系均分布于滇西北高山。

2.3 种的分布

高黎贡山马先蒿属植物包括 41 个种及亚种（表 2）。按吴征镒（1991）中国种子植物属的分布区类型划分，可分为两大主要分布类型。I. 东亚分布类型：中国-喜马拉雅分布 6 个种，主要分布在滇西北、滇-缅边境和东喜马拉雅地区。II. 中国特有分布类型：① 高黎贡山特有种 5 个，仅分布于高黎贡山东、西坡。② 云南 14 种，均分布到滇西北。③ 中国-西南分布 16 种，主要分布在滇西北、四川、西藏、贵州，其中 *P. gracilis* sinensis 和 *P. tenuisecta* 分布到滇西北、滇中、滇东北。

2.4 高黎贡山马先蒿属种的特有现象

分布到高黎贡山的种和亚种计 41 个，中国特有种按分布区的范围可分为 3 个主要类型，即① 高黎贡山特有种 5 种，是指仅限于高黎贡山东、西坡的特有种；② 云南特有种 14 种；③ 中国-西南特有种 16 种（表 3)。

表 3　高黎贡山马先蒿属植物特有种类型

分布	种数	特有种占总种数的百分率/%
高黎贡山特有	5	12.20
云南特有	14	34.15
中国-西南特有	16	39.02

2.4.1　高黎贡山地区特有种

高黎贡山特有种 5 个，局限分布于高黎贡山东、西坡，这些种类种群数量稀少，分布范围狭窄（表 4 和图 2)。

表 4　高黎贡山马先蒿属特有种分布情况

种类	分布	坡向	海拔/m	生境
P. dulongensis	贡山东哨房	东坡	3500～3600	山坡湿润草地
P. elwesii major	贡山克劳洛	西坡	3500～3700	高山灌丛草地
P. gongshanensis	贡山东哨房	东坡	3600	山坡灌丛草地
P. infirma	贡山克劳洛	西坡	3000	高山沙砾山坡
P. yui	贡山克劳洛	西坡	4000～4100	高山沼泽草地

海拔 3500～4000m 以上的高山地带发育着灌丛草甸或草甸植被（李恒　1994)，高黎贡山山地垂直变化明显，5 个特有种分布在海拔 3000～4100m 的苍山冷杉（*Abies delavayi*)、秃杉（*Taiwania flousiana*)、箭竹（*Fargesia acuticontracta*）生长的高山草甸寒冷地带。分布在东坡的两个种——*P. dulongensis* 和 *P. gongshanensis* 均生长在同一海拔地带，花期也较为相似，在 7～8 月。分布在西坡的其他 3 个种，生长在海拔相对较低的 *P. infirma*，随着海拔升高，逐步被 *P. elwesii* var. *major* 和 *P. yui* 所替代。西坡的种类花期为 8 月，较东坡的 2 个种推迟了半个月左右。

按照钟补求（1963）系统，*P. dulongensis*、*P. elwesii* var. *major* 和 *P. yui* 属于根叶群（Grex *Rhizophyllum*)，其花冠均为有喙型、喙短至中等长；*P. gongshanensis* 属于长叶群（Grex *Dolichophyllum*)，花冠头盔为有齿型具二齿；*P. infirma* 属于长茎群（Grex *Dolichomiscus*)，花冠为有喙型。从高黎贡山特有种的花冠类型分析可以看出，高黎贡山的特有种中存在着较为原始的花冠类型，如 *P. gongshanensis*，而中间过渡类型的花冠式（即短管有喙型）占绝大多数。*P. dulongensis* 花冠外部被多细胞的绣色绒毛，分布在东喜马拉雅的头盔具红毛的 *P. rhodotricha* 在高黎贡山也有分布，这些较为特殊的花冠可能是由于地理上的相对隔离，物种为了适应新的环境而

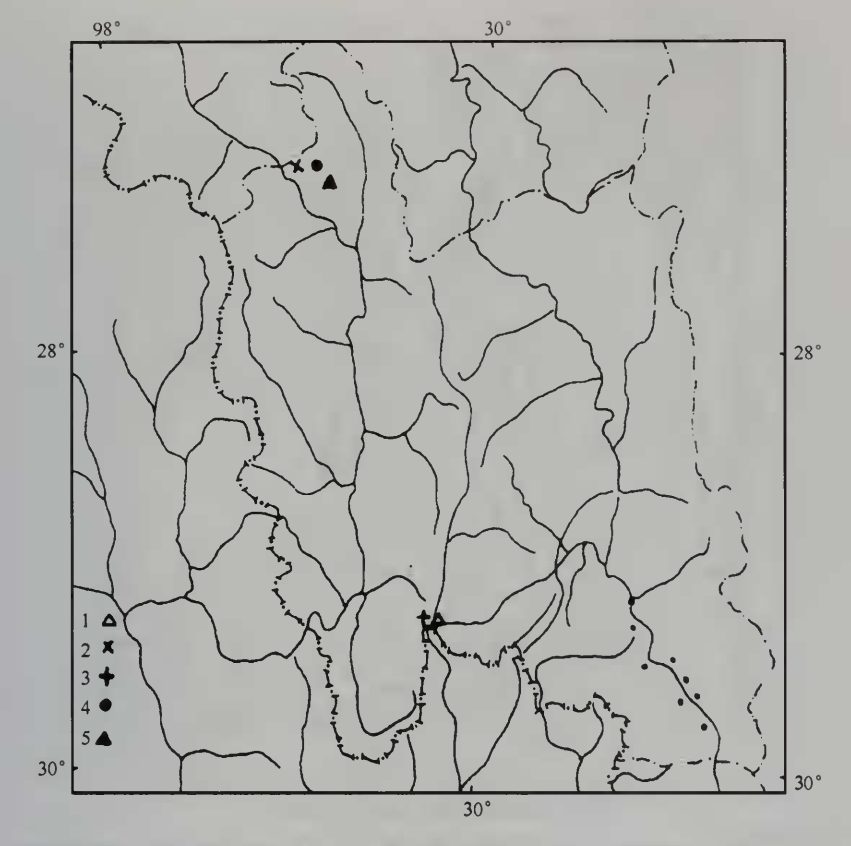


图 2　高黎贡山特有种分布

1：独龙江马先蒿（*P. dulongensis*）；2：哀氏马先蒿高大亚种（*P. elwesii* ssp. *major*）；3：贡山马先蒿（*P. gongshanensis*）；4：孱弱马先蒿（*P. infirma*）；5：季川马先蒿（*P. yui*）

产生的分化，它们可能是本地区相对较为年轻的类群。高黎贡山特殊的地质构造，保留了原始的花冠类型，同时，喜马拉雅造山运动使得新生物种得以产生和发展，特有种中新老兼备，原始与进化种类并存。

2.4.2　在高黎贡山的云南特有种

分布在高黎贡山的云南特有种 14 种，均为滇西北特有（图 3 和图 4）；这些种类除分布在高黎贡山外，主要集中分布在迪庆州的德钦、中甸、维西以及丽江地区。上述这些地区在生态环境方面与高黎贡山有一定的相似性，所处纬度相差不大。但高黎贡山垂直高差较大，少有永久积雪及大片潮湿五花草甸，较为进化的长管种类较少，仅有 2 种，即 *P. sigmoides* 和 *P. humilis*。保留了较为原始的花冠类型的种有 *P. tsekouensis*，*P. galeata*，大多数为中间过渡类型。就本属在滇西北（除高黎贡山）的特有种而言，德钦、中甸、丽江等则是马先蒿植物分化最为强烈的地区之一。这些地区，海拔高、低温时间长，有大片高山草甸、充沛的降雨，形成了适宜马先蒿属植物生长、分化的环境。长管、具喙的花冠式很大程度上局限分布于这些地区，花冠管最长达 57～66mm（*P. longiflora* var. *tubiformis*）（王红等　1998）。

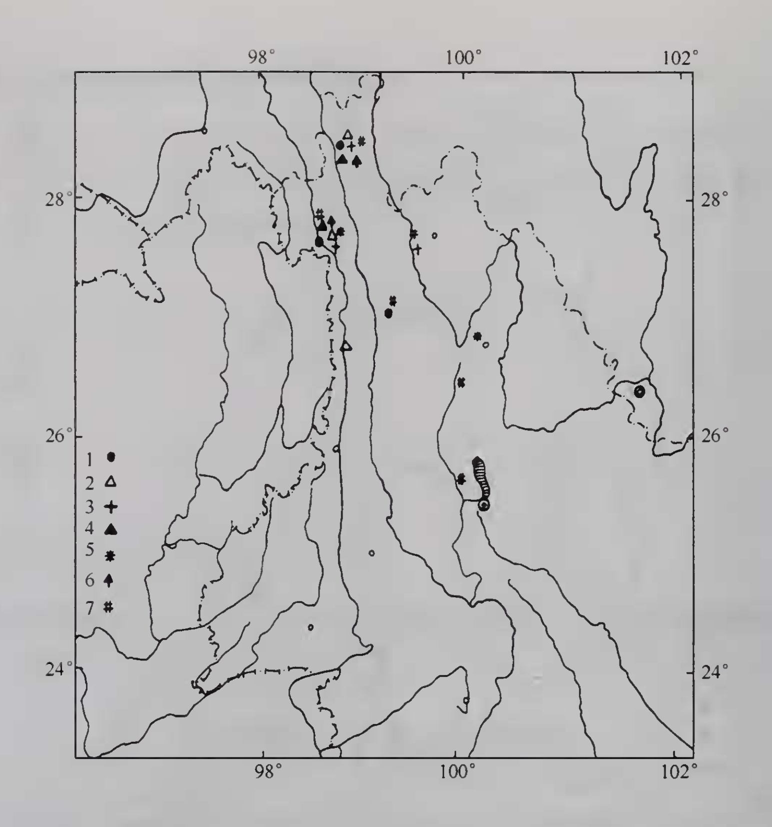


图 3　云南特有种：滇西北分布（1）

1：显盔马先蒿（*P. galeata*）；2：潘氏马先蒿短果亚种（*P. pantlingii* ssp. *brachycarpa*）；3：退毛马先蒿（*P. glabrescens*）；4：细瘦马先蒿（*P. gracilicaulis*）；5：元宝草马先蒿（*P. lamioides*）；6：疏裂马先蒿（*P. remotiloba*）；7：旋喙马先蒿（*P. gyrorhyncha*）

2.4.3　在高黎贡山的中国特有种

分布到高黎贡山的中国特有种 16 种，集中在云南、贵州、四川、西藏西南地区。其中高黎贡山-四川共有 2 种，即 *P. rhodotricha* 和 *P. phaceliaefolia*，云南-贵州-四川共有 *P. tenuisecta* 和 *P. salviaeflora*，这两个种分布海拔相对较低，在 1200～3600m，没有发现本属内最为进化的种类。上述现象表明，高黎贡山马先蒿属植物保留了较为原始的类型，绝大多数种类处于中间过渡分化之中。

3　结语

马先蒿属是北温带分布的一个大属，也是高黎贡山种子植物中的一个大属，它在高黎贡山植物区系中占有一定地位。高黎贡山的马先蒿种类十分丰富，表明该地区是本属现代分布中心之一。所产的 41 种马先蒿，代表了本属全部的花冠类型和 112 个系中的 36 个系，几乎可以看到本属从原始到进化的系统发育过程的主要阶段，可见高黎贡山也是马先蒿属多样化中心之一。除个别种，如 *P. trichoglossa*（2700～5100m）与 *P. rhodotricha*（3700～3800m）、*P. pantilingii* ssp. *chimiliensis* 和 *P. pantlingii* ssp.

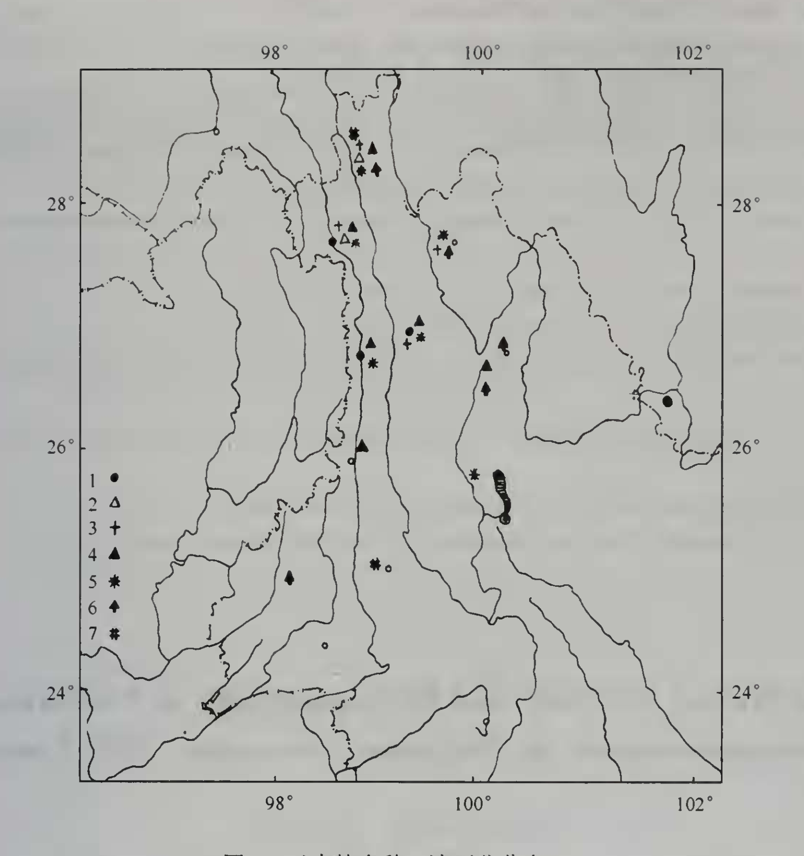


图 4　云南特有种：滇西北分布（2）

1：买亚马先蒿（*P. mayana*）；2：小花马先蒿（*P. micrantha*）；3：拟紫堇马先蒿（*P. corydalaides*）；4：蒙氏马先蒿（*P. monbeigiana*）；5：马鞭草叶马先蒿（*P. verbenaefolia*）；6：之形喙马先蒿（*P. sigmoidea*）；7：矮马先蒿（*P. yui*）

brachycarpa 存在一定的垂直替代格局外，大部分种分布在 3000～4500m，少数生态适应性较强的种下限可在 1200m 左右（*P. gracilis* ssp. *sinensis*），并且分布较为广泛；分布最高的种可达 5100m（*P. trichoglassa*）。

马先蒿属在生境上这种趋同性和种类的异质性可能在很大程度上是由于其各个种的繁殖生物学的隔离，特别是传粉昆虫的选择压力所造成的，进一步研究高黎贡山马先蒿属的多样化原因，特别是种类集中的短管具喙型花冠类型的传粉机制和特有适应性，对于揭示该地区马先蒿属物种多样性与地理分布格局将是十分有意义的。

致谢　承蒙李恒教授亲切关怀和指导并审阅初稿，彭华博士提出有益的建议，王凌女士代为清绘分布区图；感谢西南林学院薛嘉榕、英国爱丁堡植物园 Philip Thomas 和美国密苏里植物园 Nick Turland 诸位先生在野外工作中的帮助。

主要参考文献

李恒．1994．独龙江地区种子植物区系的性质和特征．云南植物研究．增刊 VI：1～100

王红，李德铢. 1998. 滇西北马先蒿属传粉生物学的初步研究. 植物学报，40(3)：204～210

吴征镒. 1991. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究，增刊IV：1～25

钟补求. 1963. 中国植物志第68卷. 玄参科（二）. 北京：科学出版社

Gill L S. 1972. Chromosome numbers in West-Himalayan bicarpellate species Bull Torrey Bot Club, 99: 36～38

Hong D Y. 1983. The distribution of Scrophulariaceae in the Holarctic reference to the floristic relationships between Eastern Asia and Eastern North America. Annals of the Missouri Bot Gard, 70: 701～712

Li H. 1948～1949. A revision of the genus *Pedicularis* in China I, II. Pro c Acad Nat Sci Philadelphia, 100: 205～378; 101: 1～214

Li H. 1951. Evolution in the flowers of *Pedicularis*. Evolution, 5: 158～164

Löve A. 1972. IOPB Chromosome numbers reports XXXVI. Taxon, 21: 333～346

Roose M L. 1973. Hybridization and systematics of some Pacific northwestern tree species. Southwestern Naturalist, 13: 99～100

Savile D B O. 1977. Leaf form and evolutionary patterns in *Pedicularis*. Proc. Indian National Sci Acad, 43 B(6): 223～227

Steven C. 1823. Monographia *Pedicularis*. Mem Soc Imper Naturalistes Moscow, 6: 1～60

Yamazaki T. 1988. A revision of the genus *Pedicularis* in Nepal. The Himalayan Plants, 1: 91～161

The Species Diversity and Phytogeography of *Pedicularis* (Scrophulariaceae) in Gaoligong Mountains, NW Yunnan

WANG Hong LI De-zhu

(Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

Abstract There are 41 species of *Pedicularis* distributed in Gaoligong Mountains located between the Nujiang(Salween)and the Dulongjiang-Nmeikai(Irrawaddi) rivers in NW Yunnan, China. The number of species in Gaoligong Mountains constitutes 27.3% of the total numbers in Yunnan. According to Li's system, all forms of corolla-types are founded in the mountain range, i. e. 7 species of edentate, 3 of dentate, 28 of short-tubed, and 3 of long-tubed. In Tsoong's system, *Pedicularis* are divided into 13 grexes, all of them are distributed in Yunnan. In Gaoligong Mountains, 9 grexes or 69.2% of the total are represented there. Of the 112 series of *Pedicularis* in Tsoong's system occur 72 in Yunnan and 36 in Gaoligong Mountains. It is obvious that Gaoligong Mountains are at least part of the center of modern distribution and center of diversification of the genus by the fact that almost all major stages of evolution can be found in this area. It is noticed that Gaoligong Mountains are particularly rich in intermediate forms, i. e. the short-tubed species. Most of the *Pedicularis* species in Gaoligong Mountains are endemic to China. Five species are endemic to Gaoligong Mountains. Another 14 species are endemic to Yunnan, with an additional 16 species endemic to SW China. The high percentage of endemism reveals that Gaoligong Mountains have become

a center of speciation since the Himalayas emerged. Further studies on the cause of endemic adaptation and pollination mechanism of *Pedicularis* will be very important to understand the origin of species diversity and geographic distribution of the genus.

Key words *Pedicularis*, Species diversity, Phytogeography, Gaoligong Mountains

高黎贡山斑龙芋(天南星科)*

王仲朗　李　恒

(中国科学院昆明植物研究所,昆明　650204)

摘　要　本文描述了天南星科斑龙芋属一个新种,高黎贡山斑龙芋(*Sauromatum gaoligongense* Z. L Wang et H. Li),其显著特点是叶柄下部具 3～5 枚株芽。

关键词　高黎贡山斑龙芋,天南星科,高黎贡山

分类号　Q949

Two known species of *Sauromatum* Schott are distributed widely in tropical and subtropical Asia and Africa. The third species, *Sauromatum gaoligongense* is described below as a distinct species. It is restricted to the Gaoligong Mountains and distinghuished from the other two members, *S. venosum* (Aiton) Kunth and *S. brevipes* (Hook. f.) N. E. Brown, in having unspotted green petiole with 3～5 bulbils, short, rugose, fusiform and petiolulate appendix of spadix.

Sauromatum gaoligongense Z. L. Wang et H. Li, sp. nov. TYPE: China. Yunnan Prov.: Baoshan Xian: ca. 13km E of Dahaoping, on the E side of Gaoligong Mountains near divide between the Salween and Irrawadi rivers, 24°56′43″N, 98°45′23″E. Elev. 2290m above sea level. Broadleaved evergreen forest dominated by Fagaceae, Lauraceae, and Theaceae. Tuberous perennial herb ca. 40cm tall, growing on a moist forested slope. 28 October 1998. Li Heng et G. Ruckert 11309A (holotype, KUN), 11309B (isotype, KUN), 11309C(2), a leaf with bulbils (isotype, KUN). Fig. 1.

Species a *Sauromato venosum* (Aiton) Kunth foliis petiolo immaculato, infra 3～5 bulbilis obtecto, spadicis appendice stipitata, fusiformi, rugosa, 5mm long a et 2.5mm crassa differt.

Perennial herb from a depressed-globose tuber. Tuber yellow-brown, ca. 2cm high, 2.5～3.5cm in diameter, base almost flat and the top broadly rounded bearing 1～4 bulbils above, bulbil ca. 3mm in diameter, roots more than 10, yellowish white, 15～20cm long, rootlets pinnate and dense, 2～5cm long. Cataphylls 3, membranaceus, pale purpureus, inside onne 6cm long. Leaf solitary, rarely up to 3. Petiole green to dark purpureus, immaculate, up to 40cm long, sheath very short, bearing 4(～5) tubercles (bulbils) in the lower part, tubercles oblong, ovate, ca. 1cm long and 5mm in diameter. Leaf blade deeply 5～13-pedatifid, leaflets membranous, green above, light green be-

* 本文 1999 年发表于《云南植物研究》,(增刊 XI):61～64。

low, elliptic or obovate, sessile at base, apex acuminata, terminal leaflet 12cm×5cm, primary lateral veins pinnate, circ. 10 and more each side, one marginal vein present, the first pair of lateral leaflets larger than terminal, 15cm × 5.5cm, the other lateral leaflets gradually smallc, outermost leaflets 6cm × 2.2cm or 3cm×1.2cm and inequilateral, outer side 2.5 times as width as inner side. Inflorescence solitary, appearing without leaves, borne above ground level. Peduncle yellowish green, with sparse black spots, 4～5cm long and 3～6mm in diameter. Spathe marcescent, purplish brown outside, pale white inside, immaculate and glabrous both sides, tube pyramidal without slit (margin fused), constricted upward, nearly fleshy, 3cm long, base 2.8cm in diameter, at throat ca. 5mm in diameter, blade longer than tube, narrowly ob long-lanceolate, erect, never reflexed, margin convolute, submembranous, purple outside, pale purplish inside, apex long acuminate, 7cm long and 2.5cm wide when flared. Spadix yellowish, shorter than spathe, free, sessile, erect, 6cm long in total, four zones formed, from base: female zone cylindric, 4mm long, 5～6mm in diameter, female flowers dense; sterile zone slender cylindric, 3cm long, bearing sterile flowers in lower part and naked above; male zone short, pale purpure, oblong, 1cm long, 3mm in diameter; appendix greenish brown, much shorter than that in *Sauromatum venosum*, fusiform, deeply rugous, 5mm long, apex acute, with a stipite of 3mm long. Flowers unisexual: gynoecium obovate, stigma round, sessile. ovary 1-locular, ovules 2, orthotropous, funicle very short, placenta basal. Male flower with single stamen, filaments somewhat compressed, connective slender, thecae oblong-obovoid, dehiscing by an apical slit; sterile flowers: consisting of patent, clavate, subulate and filiform staminodes, apex capitate, rounded or acute. Flowering in May.



图 1　高黎贡山斑龙芋

1:花株×1; 2:肉穗花序×2; 3:雌花×6; 4:子房纵切×6; 5、6、7:中性花×6; 8:雄花×6; 9:附属器×6; 10:叶,示例叶柄上的株芽×1/2; 11:叶片×1 (吴锡麟绘)

Fig. 1　*Sauromatum gaoligong* Z. L. Wang et H. Li sp. nov

1: Flowering plant × 1; 2: Spadix × 2; 3: Gynoecium × 6; 4: Ovary, longitudinal section × 6; 5, 6, 7: Sterile flowers × 6; 8: Stamen × 6; 9: Appendix × 6; 10: Leaf showing bulbils in lower part of petiole × 1/2; 11: Leaf blade × 1 (by Wu Xilin)

Paratypes. Baoshan Xian: Nujiang Xiang, Sanchawa, on the E side of the Gaoligong Mountains near the watershed divide between the Salween and Irrawadi rivers, to the N of the old road between Baoshan and Tengchong. Elev. 2240～2320m. 24°56′55″N, 98°45′15″E. Broadleaved evergreen forest mixed with bamboo thicket. Perennial herb ca. 50cm tall. Petiole brown, bulbils forming on petiole. Growing on a moist slope along a stream. 4 November 1998. Li Heng et G. Ruckert 11514 (KUN); **Baoshan Xian**: Nujiang Xiang, on the E side of Gaoligong Mountains near the divide between the Salween and Irrawadi watersheds. 24°49′51″N, 98°46′4″E. Broadleaved evergreen forest. Single leafed perennial herb ca. 35cm tall, petiole with 4 bulbils. Growing in a shaded dark place. 21 October 1998. Li Heng and G. Ruckert 10777 (KUN); Baoshan Xian: Mangkuan Xiang, Hanlong Cun, on the E side of the Gaoligong Mountains above Baihualing. 25°18′0″N, 98°47′33″E. Elev. 1850m. 8 November 1998. Li Heng et G Rickert 11659(KUN). **Tengchong Xian**: Jietou Xiang, Shaba Cun, Tientai Shan, on the W side of the Gaoligong Mountains. 25°24′5″N, 98°43′24″E. Disturbed scrub along trail in broadleaved evergreen forest. Elev. 2200m. Perennial herb growing in thicket of Eupatorium. 28 October 1998. Li Heng et G. Ruckert 11131 (a leaf without bulbils, KUN). Tengchong Xian: Jietou Xiang, Zhoujiapo on the road between Jietou and Datang. 25°33′11″N, 98°40′6″E. Elev. 1680m. Disturbed secondary broadleaved evergreen forest and scrub. Perennial herb. Growing on a steep slope among shrubs and small trees. 28 October 1998. Li Heng et G Ruckert 11149. Longling Xian: Zhenganzheng, Xiaoshui He, on the W side of the Gaoligong Mountains near the divide between the Irrawadi and Salween rivers. 24°50′16″N, 98°45′53″E. Elev. 2170m. Broadleaved evergreen forest. Perennial herb ca. 40cm tall, leaf petiole bearing 4 oblong bulbils. Growing in a shaded moist ravine. 22 October 1998. Li Heng et G. Ruckert 10779 (KUN).

Distribution: endemic to the Gaoligong Mountains of Yunnan, China.

Notes. *Sauromatum gaoligongense* Z. L. Wang et H. Li sp. nov. initially is similar to *Typhonium* species with petatifide leaves, when the plants appear without inflorescence, but may be distinguished by having 3～5 bulbils (tubercles) at the lower part of the mature petiole.

Generally, *Sauromatum* species can be distinguished easily from *Typhonium* plants not only in having spathe tube without slit, but also in having inflorescence appearing without leaves.

The *Sauromatum gaoligongense* differs from other two species, *S. venosum* and *S. brevipes*, in having an immaculate petiole, bearing 3～5 bulbils at the lower part, and in having a purplish brown pyramidal spathe tube 3cm long, 2. 8cm in diameter at base and a shorter stipitate fusiform and deeply rugous appendix of spadix.

References

Li Heng, Sauromatum Schott. 1979. Flora Reipublicae Popularis Sinicae. in: Wu Cheng Yih. Li Heng. Beijing: Sci-

ence Press, 13(2): 194 ~196
Mayo S J, Bogneri J, Boyce P C. 1997. The Genera of Araceae, Edinburgh: Royal Botanical Gardens, Kew. 1~37

Sauromatum gaoligongense (Araceae), a New Species from Gaoligong Mountains

WANG Zhong-Lang LI Heng
(Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

Abstract *Sauromatum gaoligongense*, a new aroid species from Gaoligong Mountains(Yunnan,China) is described and illustrated. It differs from other two species of *Sauromatum* in having a petiole with 3~5 bulbils in the lower part.

Key words *Sauromatum gaoligongense*, Araceae, Gaoligong Mountains

云南贡山异叶苣苔属(苦苣苔科)一新种*

王印政[1,2]　李　恒[2]

(1 中国科学院植物研究所,北京　100093)

(2 中国科学院昆明植物研究所,昆明　650204)

关键词　异叶苣苔属,贡山异叶苣苔,新种,中国云南

贡山异叶苣苔　新种　图 1

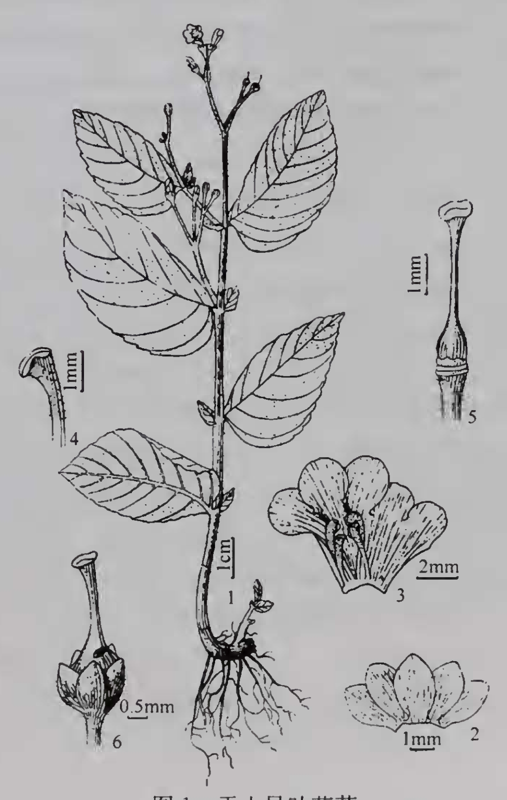


图 1　贡山异叶苣苔

1:植株;2:花萼;3:花冠剖开;4:雄蕊;5:雌蕊;6:宿存花萼与不规则开裂的成熟蒴果

Fig. 1 *Whytockia gongshanensis* Yin Z. Wang et H. Li

1:Habit;2:Calyx;3:Opened corolla;4:Stamen;5:Pistil;6:Persistent calyx and irregular dehiscence of mature capsule

Whytockia gongshanensis Yin Z. Wang et H. Li, . sp. nov. Fig. 1.

Affinis *w. tsuangianae* (Hana.-Mazz.) A. Weber, a qua sepalis latioribus, corolla pallide caesio-purpurea stylo ovario ulta 2-plo longiore, stigmate paene infundibulari differt.

Herba perennis. Rhizoma repens. Caules erecti, basi decumbentes, succulenti, 10～25cm alti, 6～8-nodes, saepe simplices, inferne glabrescentes, superne brunneolo-pubescentes et glandulosi. Folia opposita, binatim valde inaequalia; ea normalia sessilia vel subsessilia laminis membranaceis, ovatis vel ovato-oblongis, 3～6cm longis, 1. 7～3cm latis, apice acutis vel obtusiusculis, basi in latere angusto cuneatis, in latere lato rotundatis, margine irregulariter remote repando-serratis et glandulosis, utrinque sparse, pubescentibus, nervis lateralibus in latere lato

* 本文 2000 年发表于《植物分类学报》,38(2):189～191。

6～11，in latere angusto 4～6，petiolis 0.5～2mm longis vel nullis;ea reducta sessilia，ovata，3～10mm longa，ceterum ut in eis normalibus. Cymae axillares，4～6cm longae，2～5-florae，pedunculis 2～4cm longis，cum pedicellis pubescentibus et glandulosis，pedicellis 7～15mm longis: Calyx campanulatus，3～3.5mm longus，sepalis 5，liberis，basi tantum connatis，ovatis vel ovato-orbicularibus，apice obtusis vel acutis，extus puberulis，intus glabris，3～3.3mm longis，2.2～2.4mm latis. Corolla pallide caesiopurpurea，8～10mm longa，extus，glabra，intus infra faucem inter lobos anticos pilis unicel-luiaribus claviformibus bifariis tecta，tubo circ. 5～7mm longo，labio postico 1.5～2mm longo; ad medium 2-fido，labio antico 3～4mm longo，3-partito. Stamina 4; filamentis 2mm supra basin corollae insertis，superne incrassatis et ciliatis，anticis 4.5mm longis，prope medium geniculatis，posticis circ. 3mm longis，antheris 1.1mm latis，pubescentibus. Staminodium longe ovatum，circ. 0.7mm longum. Discus circ. 0.2mm altus. Pistillum 4～5mm longum，ovario ovoideo 0.8～1.1mm longo，stylo 2.1～2.8mm longo，ovario ultra 2～2.5-plo longiore，stigmate infundibulari. Capsulae globosae，3～3.4mm diam.，glabrae，irregulariter dehiscentes，in calycibus persistentibus omnino inclusae.

Perennial，succulent herbs. Rhizomes creeping，bearing roots at nodes. Stems erect，10～25cm tall with 6～8 nodes，simple and often decumbent at base，inferior glabrescent，superior covered with brown-pubescences and glandular hairs. Leaves opposite，quite unequal. Large leaf blades in a pair membranaceous，ovate and oblong-ovate，(3～6)cm×(1.7～3)cm，sessile or with a short petiole 0.5～2mm long，apex acute or obtuse，base oblique，rounded in wide lateral and cuneate in angustate lateral，both surfaces pubescent，margins irregularly repand-serrate and glandular-serrate，nerves 6～11 in wide lateral and 4～6 in angustate lateral. Small leaf blades ovate，3～10mm long，sessile，otherwise as larger leaf. Inflorescences pair-flowered cymes，4～6cm long，emerging from the axils of the large leaves，with 2～5 pedicellate flowers，ebracteolate. Peduncles 2～4cm long and pedicels 7～15mm long，covered with pubescences and glandular hairs. Calyx campanulate，3～3.5mm long. Sepals five and connate at base，ovate or ovate-orbiculate. (3～3.3)mm ×(2.2～2.4)mm，outside pubescent and glandulose，inside glabrous，apex acuminate. Corolla blue-purpureous，tubular and bilabiate，8～10mm long，and 5～7mm long before limb，outside glabrous，inside with two rows of the unicellar and clavate hairs under between lobes of the lower lip; upper lips 1.5～2mm long，2～lobed; lower lips 3～4mm long，3-lobed. Stamens 4，attached to corolla base for 2mm long. Filaments incrassate on upper parts covered with sericeous hairs; the anterior pair about 4.5mm long，geniculate near middle; the posterior pair about 3mm long. Anthers connate，1.1mm wide，with sericeous hairs. Staminode obovate，0.7mm long. Disc about 0.2mm high. Pistiles 4～5mm long; ovaries ovate，0.8～1.1mm long; styles 2.1～2.8mm long and 2～2.5 time longer than ovaries; stigmas sub-infundibulate. Capsules globate，3～3.4mm diam.，glabrous，irregular dehiscent，

included in the persistent calyx. Seeds minute, many.

China. Yunnan(云南):Gongshan(贡山),Dulongjiang(独龙江),along Dulongjiang River valley at alt. 1350m,by stream in shady and moist places,1990-11-14,Dulongjiang Expel.(独龙江考察队)283(holotype KUN).

Whytockia gongshanensis resembles *W. tsiangianae* on the basis of the small corolla (8～12mm long) and the connate stigma. However, it is easily distinguished from *W. tsiangiana* by the blue-purpureous corolla, the styles 2～2.5 times longer than the ovaries, and the sub-infundibulate stigmas.

Additional discussion: *W. gongshanensis* is known only from the type locality in Dulongjiang River valley up to date, growing by stream in shady and moist places at about alt. 1350m. Dulongjiang River valley belongs to the Hengduan mountain. The region is well-known in the world for its complicate and unique geological structure and floristic characteristics. The sub-infundibulate stigmas of *W. gongshanensis* constitutes a new feature for the genus *Whytockia*. Correlatively, its geographical distribution contributes to the genus not only a new geographical record of the genus hut also a peculiar pattern of distribution that is difficult to interpret with normal dispersal.

致谢 本文承蒙王文采、李振宇和杨亲二先生审阅并提出修改意见,特此致谢。

A New species of *Whytockia* W. W. Smith(Gesneriaceae) from Yunnan, China

WANG Yin-Zheng[1,2] LI Heng[2]

(1 Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093)

(2 Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

Key words *Whytockia* , *W. gongshanensis* Yin Z. Wang et H. Li, New species, Yunnan,China

云南姜科一新种*

罗 毅 波

(中国科学院植物研究所系统与进化植物学开放研究实验室，北京 100093)

关键词 姜花属，腾冲姜花

腾冲姜花 新种 图1

***Hedychium tengchongense* Y. B. Luo，sp. nov.**

Species nova affinis *H. glabrum* S. Q. Tong，quod praecipus differt petiolo 3～7cm longo，ligula 3～6cm longa，lobo labelli anguste lanceolato.

Herba erecta，70～80cm alta，rhizomate tuberiformi. Folia superiora oblonga vel anguste oblonga，38cm longa，9.5cm lata，apice acuminata，basi attenuata，petiolo breviore ca. 1.5cm longo；ligula elliptica，1.5cm longa，membrancea，glabra，apice truncata. Spica dense pleuriflora，24cm longa；bracteae anguste oblongae，1.5～1.7cm longae，apice rotundae，convolutae，glabrae，uniflorae；bracteolae ovatae，ca. 1cm longae，apice rotundae. Flores flavidi；calyx tubulosus，ca. 2cm longus，obscure obtuseque tridentatus；corollae tubus gracilis，3.5cm longus，lobis linearibus；staminodia lateralia linearia，3.5cm longa，apice mucronata，basi attenuata；labellum ca. 3.5cm longum，ad medium bifidum，lobis linearibus；filamentum aurantiaca，4.5cm longum；anthera aurantiaca，0.8cm longa；ovarium glabrum，ca. 2mm longum；stylus filiformis；stigma capitatum，apice ciliatum.

Yunnan（云南）：Tengchong（腾冲），alt. 1600～1700m，in sylvis prope viam，1992-07-10，S. C. Chen et Song Yun Liang（陈心启、梁松筠）no. 119（Type! PE).

直立草本，高 70～80cm，根茎块状。叶片长圆形或狭椭圆形，长 38cm，宽 9.5cm，顶端狭渐尖，基部渐狭。两面无毛；具短柄，长 1.5cm 左右；叶舌长约 1.5cm，椭圆形，顶端平截，膜质，无毛。穗状花序密集多花，长达 24cm；苞片狭矩圆形，长 1.5～1.7cm，顶端圆钝，内卷，无毛，内生一花；小苞片卵形，长约 1cm，顶端圆钝，花萼筒状，长约 2cm，顶端具不明显钝三齿；花淡黄色，花冠筒纤细，长 3.5cm，裂片线形，长 3.7cm 左右；侧生退化雄蕊线形，基部渐变窄，长 3.5cm，具短尖头；唇瓣长近 3.5cm，2 裂至中部，裂片线形；花丝和花药橙黄色，花丝长 4.5cm，花药长 0.8cm；子房无毛，长约 2mm，花柱丝状，柱头头状，顶端具缘毛。花期 7 月。

本种与 *H. glabrum* S. Q. Tong 相似，但后者叶柄长 3～7cm，叶舌长 3～6cm，

---

* 本文 1994 年发表于《植物分类学报》. 32(6)：574～576。

唇瓣裂片狭披针形而不同。

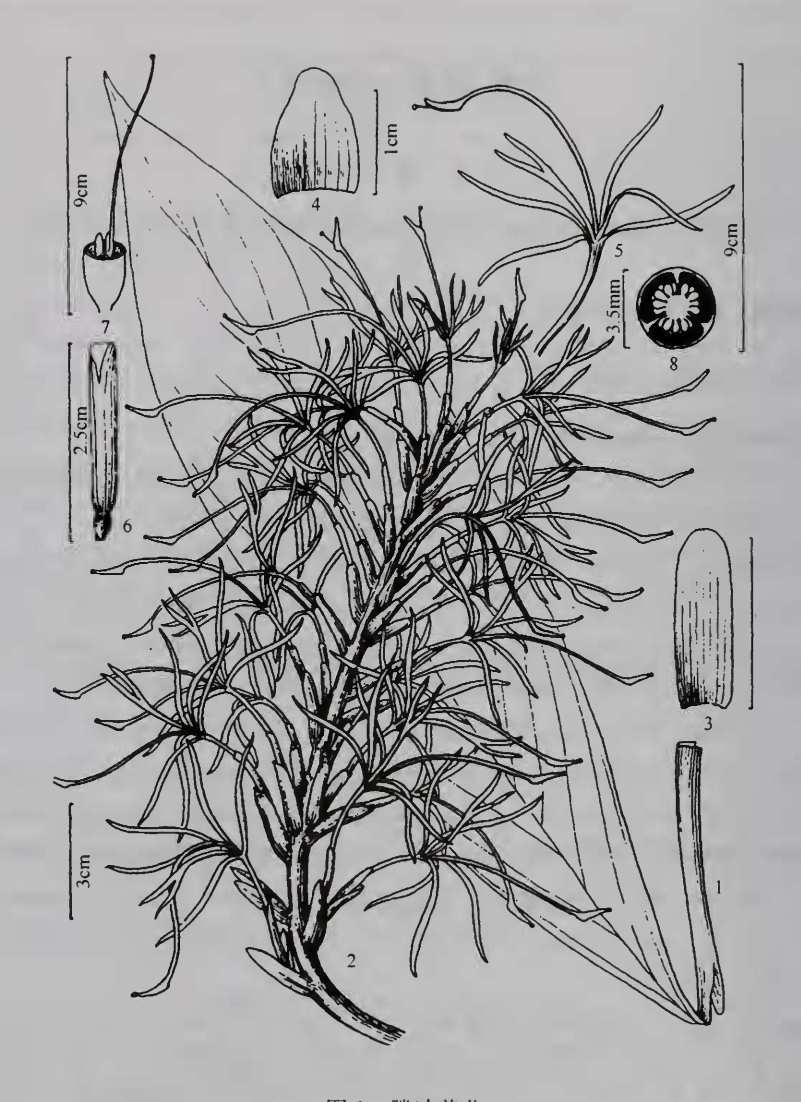


图1　腾冲姜花

1:叶;2:花序;3:苞片;4:小苞片;5:花(除去花萼筒和子房);6:花萼筒和子房;7:雌蕊;8:子房横切面

Fig. 1　*Hedychium tengchongense*

1:Leaf; 2:Inflorescence; 3:Bract; 4:Bracteole; 5:Flower with calyx tube and ovary removed; 6:Calyx tube and ovary; 7:Pistil; 8:Ovary in cross section

A New Species of *Hedychium* Koenig (Zingiberaceae) from Yunnan

LUO Yi-bo

(Laboratory of systematic and Evolutionary Botany, & Herbarium, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. Beijing 100093)

Key words *Hedychium*, *H. tengchongense*

Paphiopedilum armeniacum, its Natural Habitat, in Western Yunnan*

PHILLIP Cribb[1] LUO Yi-bo[2] GLORIA Siu[3]

(1 TOBU Department store, Tokyo)

(2 Zürich Foundation for Orchid Conservation)

(3 Kadoorie Farm and Botanic Garden)

High above the Nu Jiang(Salween River) in the Nu Shan range in western Yunnan is the home of China's golden slipper orchid, *Paphiopedilum armeniacum*. It is endemic to these mountains which sweep south for hundreds of kilometres from the Tibetan massif and are flanked by two of Asia's great rivers, the Nu Jiang and the Lancang Jiang (Mekong). In these little-known mountains *P. armeniacum* has a relatively extensive range from Gongga Shan in the north to the vicinity of Baoshan in the south. Within that range it is, however, restricted by its particular ecological requirements which have only recently become apparent. The region characteristically has a dry winter and spring from November until mid May and a wetter summer and autumn with the monsoon arriving in late May or early June and lasting until October. In winter the temperature regularly falls below 10℃ (50℉) at night when the ridges and mountain tops are covered by mist, but freezing temperatures are rare and short-lived. In early May the mid-day temperature reaches the high 20s C (80～84℉) falling to about 10～15℃ (50～59℉) at night.

Paphiopedilum armeniacum was first described in 1982 by Chen and Liu, based on a collection by Zhang from Bijiang in western Yunnan, and was shortly afterwards introduced into cultivation in some quantity from the wild. Its collection continues to the present day, causing concern for its future in its native habitats. It is perhaps surprising that such a spectacular orchid should have been overlooked for so long but it grows in remote places, mostly well away from established roads and routes through the mountains.

We first saw it on a wild wet day in April 1996 in the mountains to the east of Liuku, a small town on the Nu Jiang and near the Burmese border. The habitat had previously been oak forest but the site had been cleared of trees and large shrubs by local firewood collectors. A small colony of about 50 plants survived, growing on steep north-facing banks amongst limestone rocks, sedges and small shrubs such as *Hypericum*, at an

* 本文 1998 年发表于 ORCHID REVIEW, 106:271～273。

elevation of 1450m (4500ft). Most of the plants were seedlings or small growths left when larger plants were taken by collectors. *P. armeniacum* can form sizeable clumps, the mother plant sending out stolons whose tips produce new shoots up to 10cm (4in) away from the mother plant. The stolons are relatively fragile and will break if the plant is roughly removed. These shoots can grow into new plants. In this colony we found two flowering size plants in bud, but both were rather chlorotic because of the removal of the covering vegetation. This too-accessible colony had been heavily plundered for at least three years and its future must be in doubt.

In late April 1998 we had better luck in the mountains to the north-west of Baoshan, a town situated strategically on the Burma Road and one of the traditional gateways into China for the European plant hunters of the first half of the present century. Baoshan lies in a fertile broad valley at about 1700m(5000ft). Its main crops are wheat and vegetables in the winter and rice in the summer. The surrounding mountains are, to the casual glance, rather unpromising for the botanist, appearing bleak and denuded of tree and shrub cover. Closer inspection shows that native trees do survive, especially around the villages where tall *Schima wallichii* trees carry epiphytes such as *Cymbidium lowianum*. Most other woodland consists of plantations of pine and gurm trees. Native scrub and small trees also survive in the gulleys and on the steepest slopes.

We found three colonies of *P. armeniacum*, with many plants in flower or advanced bud. on steep north-facing slopes and cliffs at between 1950 and 2050m (approx 6000 ft) elevation. With a cuckoo heralding spring from across the valley you can imagine our excitement when we found our first flowering plant of this spectacular slipper orchid, a glowing golden ball at the top of a slender purple-spotted stalk with the chequered leaves nestling amongst grasses and sedges on the rim of a cliff.

The view from the top of the steep slope was spectacular: westwards across the Nu Jiang to the heavily forested but misty Gaoligong Mountains and north along the slopes of the Nu Jiang as they descend to the river. The colonies, of 30 ($100m^2$), 10($20m^2$) and over 1000 plants ($400m^2$) respectively, were situated on the north, north-north-east and north-north-west-facing slopes of two parallel ridges at between 1950 and 2050m (approx 6000ft) elevation. Plants grew below the dips along the ridges. just below the crest and about 20m (70ft)down the precipitous slopes. Plants, with from one to about 20 growths, grew at the base of shrubs such as *Berberis* and *Magnolia delavayi* and on the top edge and vertical sides of limestone boulders. A number of seedlings were seen in the largest colony. Other plants noted in the scrubby vegetation were evergreen oaks, *Rhododendron decorum* and other rhododendron species, *Deutzia*, *Indigofera*, *Spiraea*. *Senecio*, *Leontopodium*. *Ophiopogon bodinieri*. grasses and sedges. The soil was dark brown, friable, well drained and had a pH range of 7. 48～7. 86. The smallest colony had about seven flowers, the second ten, and the largest over 30. The flowers tossed lightly in the wind that rose from the valley across the crests of the ridges, and

occasional squalls had us sheltering beneath efficient Chinese umbrellas. The steep northern slopes contrasted markedly with the gentler southern flanks which were covered by grasses with occasional plants of pink-flowered *Abelia*, the result of annual fires, set by the local farmers.

These colonies have. like the one in Liuku, been plundered by collectors for several years. Our guide told us that he had removed 5000 plants for sale from the area over the past few years. Fortunately, collection of this orchid from the wild has decreased in the last year as demand for it has waned. However, in a market in Wenshan in south-east Yunnan, we were offered large quantities of plants from the Liuku area by a dealer who had upwards of 1000 large plants for sale. Another threat, at least in the Baoshan area, is the occasional feeding of plants of this orchid to pigs.

Having the privilege of seeing this remarkable orchid in its natural setting must be one of the highlights of our plant-hunting careers. *P. armeniacum* now receives nominal protection as a precious and endangered plant in China. We hope that it will survive so that future generations can experience the thrill that we had when we first saw it on that remote mountain-side high above the Nu Jang.

Acknowledgements We would like to thank Mrs Meta Held, Professor Chen Sing-chi, Professor Ji Zhan-huo, Dr Qin Haining, Dr Lawrence Chau, Noel McGough and Mr Yu Da Pong for their assistance. Financial support is gratefully acknowledged for Phillip Cribb from TOBU Department Store, Tokyo; Luo Yi-bo from the Zürich Foundation for Orchid Conservation; and for Gloria Siu from the Kadoorie Farm and Botanic Garden.

金豆兜兰，中国西南部兰科兜兰属一新变种 *

刘仲健　张建勇

（深圳市梧桐山苗圃总场，深圳　518114）

关键词　兜兰属，金豆兜兰，新变种，中国云南

本文所发表的金豆兜兰（变种）是一种颇为有趣的新植物。模式标本系从云南西南部保山地区移植来的栽培植物。据该地区兰圃主人说，是采自云南西部的高黎贡山，但无确切的地点，也无生境的记载。此新变种的体态颇似杏黄兜兰（*Paphiopedilum armeniacum* S. C. Chen et F. Y. Liu），但花的大小与形态有明显的差别。特别是花，为兜兰属中最小者，也可区别于其他任何种类。

金豆兜兰　新变种　图 1

Paphiopedilum armeniacum var. ***parviflorum*** Z. J. Liu et J. Y. Zhang, var. nov. Fig. 1.

A typo differt floribus multo minoribus, sepalis et petalis dorso puberulis.

China. Yunnan（云南）：Gaoligong Mt.（高黎贡山），without precise locality（无详细地点），2001-03-19，Z. J, Liu（刘仲健）21319（holotype, here designated, in Herbarium, Shenzhen City Wutongshan Nurseries）.

此新变种以其直径约 3cm 的小花、宽约 5mm 的椭圆状球形唇瓣而极易区别于杏黄兜兰（*Paphiopedilum armeniacum*），此外，其萼片与花瓣背面被细柔毛也可以区别于其他种。

This new variety was described based on a cultivated plant transplanted from an orchid nursery in Baoshan Prefecture of southwestern Yunnan. It flowered in our nursery early in March of 2001. It differs from *Paphiopedilum armeniacum* S. C. Chen et F. Y. Liu by having much smaller flower and puberulous sepals and petals on dorsal surface. The owner of the orchid nursery said that the plant was collected from Gaoligong Mt. of western Yunnan, but nothing was known about its either habitat or precise locality.

---

* 本文 2001 年发表于《植物分类学报》，39(5)：459～460。

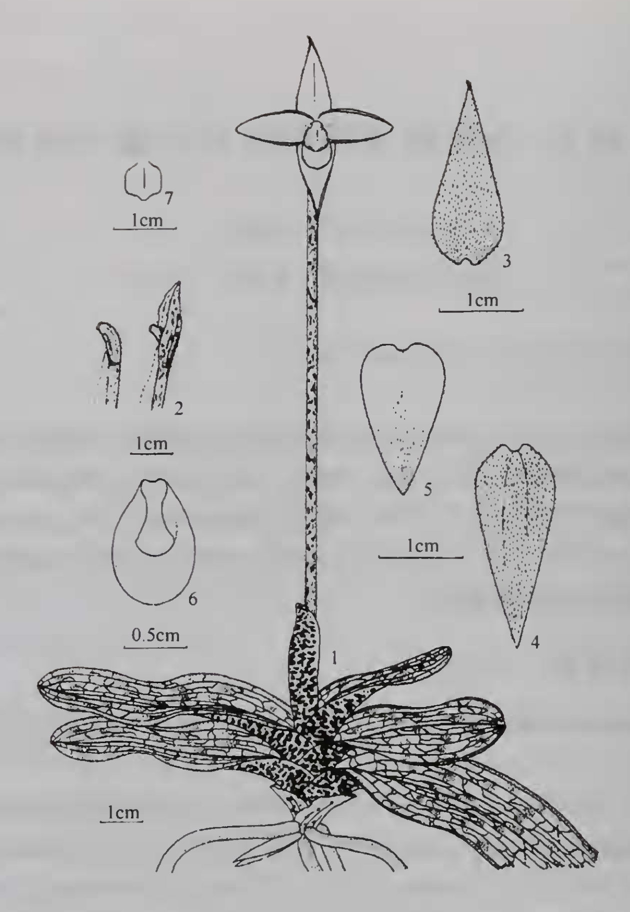


图 1 金豆兜兰(变种)

1:带花植株;2:子房和花苞片;3:中萼片,背面观;4:合萼片,背面观;5:花瓣,背面观;
6:唇瓣;7:退化雄蕊,正面观

Fig. 1 *Paphiopedilum armeniacum* var. *parviflorum* Z. J. Liu et J. Y. Zhang

1: Flowering plant; 2: Ovary and bract; 3: Dorsal sepal, back view; 4: Synsepal, back view;
5: Petal, back view; 6: Lip; 7: Staminode, front view

Paphiopedilum armeniacum var. *parviflorum*, a new Orchid variety from southwestern China

LIU Zhong-jian ZHANG Jian-yong

(Shenzhen City Wutongshan Nurseries, Shenzhen 518114)

Key words *Paphiopedilum*, *P. armeniacum* var. *parviflorum*, New variety, Yunnan, China

金蝉兰,中国云南兰科一新种 *

刘仲健　张建勇　李利强

(深圳市梧桐山苗圃总场,深圳　518114)

关键词　金蝉兰,新种,中国云南

中图分类号　Q949.71+8.43

文献标识码:A

文章编号:1000-470X(2003)04-0316-03

金蝉兰　新种　图 1:1-6

Cymbidium gaoligongense Z. J. Liu et J. Y. Zhang, sp. nov. Fig. 1: 1～6

Ex affinitatc *Cymbidium traeyani* L. Castle, floribus minoribus, ca. 7cm in diametro, flavidis immaculatis, lobis lateralibus labelli margine valde crispatis et aurato-ciliatis distinctum.

Plantae epiphytificae. Pseudobulbi ellipsoidovoidei vel anguste ovoidei, 5～10cm longi, 3～5cm in diametro, foliorum basibus persistentibus inclusi. Folia 6～11, lineari-ligulata, 80～90cm longa, atroviridia, infra articulata. Scapus suberectus, gracilis, 90～100cm longus, ca 10-vaginatus; racemes 30～40cm longus, 8-ad 10-florus; bracteae ovato-triangulares, 3～5mm longae, 2～4mm latae; ovarium pedicellatum 1.5～3.8cm longum, viride; flores ca 7cm in diametro, sepalis viridulo-flavis et supra cerino-striatis; totis nec purpureo-punctatis nec purpureo-striatis; sepalum dorsale anguste obovato-oblongum, 4～6cm longum, 1.3～1.6cm latum, acutum; sepala lateralia obliqua, anguste oblonga, 3.4～5cm longa, 1.2～1.5cm lata, acuta; petala falcato-linearia, 3.7～5.6cm longa, 0.6～0.9cm lata, acuta; labellum ambitu subellipticum, 3.0～3.1cm longum, 1.7～1.8cm latum, trilobatum, ejus basica 3mm longa columnae basi connatum; lobis lateralibus erectis, semi-orbicularibus, puberulis secus nervos, margine valde crispat is et aurato-ciliatis ; lobo intermedio ovato-orbiculari, 8～10mm longo, 9～10mm lato, recurvo, margine valde undulato; disco lamellis duabus, 2.1～2.3cm longis, dense villosis; apice plus minusve incrassatis et interse linea longitudinali villosa praedito; columna 3～3.5cm longs, arcuata, laxe puberula prope basin ventralem, alata; pollinia duo.

Florescentia: October-November.

Typus: China: WN Yunnan, West of Baoshan City(保山市西部), Mts. Gaoligong(高黎贡山), growing on trees in forests, alt. 1500m. 2002-10-6, Z. J. Liu 2582(Holotypus;

---

* 本文 2003 年发表于《武汉植物研究》,21(4):316～318。

Herbarium, Shen-zhen City Wutongshan Nurseries, Shenzhen 518114, China.)

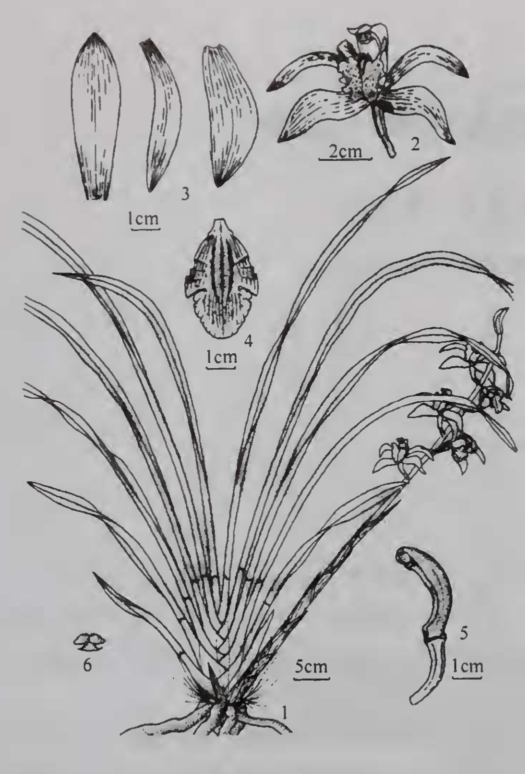


图 1 金蝉兰

1:带花植株;2:花;3:中萼片、花瓣和侧萼片;4:唇瓣,正面观;5:子房和蕊柱,侧面观;6:花粉块

Fig. 1 *Cymbidium gaoligongense*

1: Flowering plant; 2: Flower; 3: Dorsal sepal, petal and lateral sepal, front view; 4: Lip, front view; 5: Ovary and column, side view; 6: Pollinarium

附生植物,假鳞茎椭圆状卵形或狭卵形,长 5～10cm,宽 3～5cm,包藏于叶基内。叶 6～11 枚,带状,长80～90cm,宽 2.0～3.5cm,深绿色,下部有关节。花草近直立,长 90～100cm,约具 10 枚鞘,鞘长达 15cm,宽达 2.5cm;总状花序长 30～40cm,具 8～10 朵花;苞片卵状三角形,长 3～5mm,宽 2～4mm;子房连柄长1.5～3.8cm,绿色;花直径约 7cm;萼片绿黄色,花瓣黄色,唇瓣黄绿色并在上面具深黄色线纹,全部无紫点或紫条纹;中裂片狭倒卵状矩圆形,长 4～6cm,宽 1.3～1.6cm,先端急尖;侧萼片斜歪,狭矩圆形,长 3.4～5cm,宽1.2～1.5cm,先端急尖,花瓣镰刀状线形,3.7～5.6cm,宽 0.6～0.9cm,先端急尖;唇瓣近椭圆形,长 3.0～3.1cm,宽 1.7～1.8cm,3 裂,与蕊柱基部合生,约长 3mm;侧裂片直立,半圆形,沿脉纹具细短柔毛,边缘强烈皱波状并具长金黄色缘毛;中裂片卵圆形,长 8～10mm,宽 9～10mm,外弯,边缘强烈波状;唇盘上具 2 条纵褶片,褶片上密生长毛,在两褶片之间尚有 1 行长毛;蕊柱长 3～3.8cm,弧曲,基部腹面具疏短毛,边缘具翅;花粉团 2 个;花期 9～10 月。

本新种与西藏虎头兰(*Cymbidium tracyanum* L. Castle)有亲缘关系,但本种花较小,直径仅 7cm,黄色,没有紫点或紫斑,唇瓣侧裂片边缘强烈皱波状并具金黄色缘毛,易于区别。而西藏虎头兰子房连梗明显长于蕊柱,蕊柱仅上半部边缘具翅。区别明显。

Cymbidium gaoligongense Z. J. Liu et J. Y. Zhang is described as a new species based on the plants collected from the Gaoligong Mountains, near Boshan of Yunnan, China. Some plants of this new species have been transplanted in Shenzhen City Wutongshan Nurseries. The new species is similar to *Cymbidium tracyanum* L. Castle, from which it differs by having, yellow flowers ca. 7cm across, and lateral lobes of the lip strongly crisped and golden-ciliate on the margins.

Cymbidium gaoligongense sp. nov., A New Orchid from Yunnan, China

LIU Zhong-jian　ZHANG Jian-yong　LI Li-qiang
(Shenzhen City Wutongshan Nurseries, Shenzhen　518114, China)

Key words　*Cymbidium gaoligongense*, New species, Yunnan, China

翡翠兜兰——中国云南兰科一新种*

刘仲健[1] 陈心启[2]

（1 深圳市梧桐山苗圃总场，深圳 518114）

（2 中国科学院植物研究所系统与进化植物学重点实验室，北京 100093）

摘 要 对兰科新种翡翠兜兰（*Paphiopedilum smaragdinum*）做了描述与绘图，新种产云南西部高黎贡山，与虎斑兜兰有亲缘关系，但花淡黄绿色，无斑点和斑纹，退化雄蕊矩圆形，先端有短尖，短尖长 1～1.5mm，易于区别。

关键词 翡翠兜兰，新种，云南

中图分类号 Q949.71^{+}8.43

文献标识码：A

文章编号：1000-470X（2003）：06-0489-03

2003 年 5 月，本文第一作者在云南西部泸水县的高黎贡山采到两株兜兰，原以为是虎斑兜兰（*Paphiopedilum tigrinum* Koopowitz et Hasegawa），当即带回移栽于深圳市梧桐山苗圃总场。该植物于 7 月 3 日开花，花淡黄绿色，略带蓝晕，颇似翡翠之色，甚为可爱，其退化雄蕊也不同于虎斑兜兰，故认为是兰科新种。

翡翠兜兰 新种 图 1

Paphiopedilum smaragdinum Z. J. Liu et S. C. Chen, sp, nov. Fig. 1

Species nova *Paphiopedilo tigrino* Koopwitz et Hasegawa similis, a quo flore flavido-viridulo nec maculato nec striato, staminodio oblongo, apice mucronato, mucrone 1～1.5mm longo bene differt.

Rhizoma breve. Folia 2～5, disticha, anguste oblonga, 12～21cm Tonga, 2.1～2.9cm lata, apice subacuta et inaequaliter bilobulata, supra viridia, infra viridulo, basi in petiolum conduplicatum contracta. Scapus erectus, cum inflorescentia uniflora 20～22cm longus, pedunculo viridulo pilis albis obtecto; bractea elliptica, fere conduplicata, 3.2～3.5cm Tonga, ca 2cm lata, flavido-viridula, glabra praeter basin et apicem paginae abaxialis albopubescentem; pedicellus cum ovario 3.5～4.0cm longus, flavido-viridulus, dense albo-pilosus; flos 9～10.5cm in diam., flavido-viridulus nec maculatus nec striatus, petalis prope apicem flavido-albis ; sepalum intermedium late ellipticum, 3.5～4.0cm longum, 3～3.3cm latum, dorso dense albo-pubescens, ciliatum, supra midium incurvum; synsepalum ellipticum, 3.5～4.0cm longum, 2～2.3cm latum, viridulum, dorso

* 本文 2003 年发表于《武汉植物研究》，21(6)：489～491。

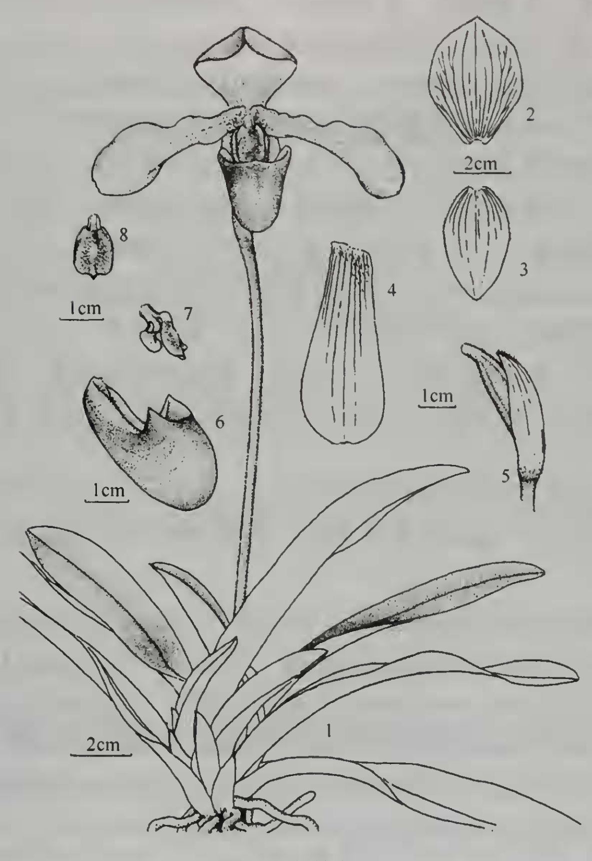


图 1 翡翠兜兰

1:带花植株;2:中萼片;3:合萼片;4:花瓣;5:花苞片和子房;6:唇瓣;7:退化雄蕊,侧面观;
8:退化雄蕊,正面观

Fig. 1 *Paphiopedilum smaragdinum* Z. J. Liu et S. C. Chen

1:Flowering plant;2:Dorsal sepal;3:Synsepal;4:Petal;5:Bract and ovary;6:Lip;
7:Staminode, side view;8:Staminode,front view

albo-pubescens,ciliatum;petala spatulata,5. 0～5. 6cm longa,superne 2. 0～2. 2cm lata,e medio ad basin undulata,apice plus minusve retusa,plerumque minute ciliata,ad basin adaxialem dense albo-pilosa;labellum galeiformi-saccatum,stipite ca 1. 2cm longo,sacco subobovato 2. 0～2. 3cm longo,2. 6～2. 7cm lato,prope fundum internum puberulo,lateribus oris auriculis brevibus praeditis;staminodium oblongum,1. 1～1. 2cm longum,8～9mm latum,apice mucronatum,mucrone 1～1. 5mm longo,basi breviter auriculatum,prope centrum umbone indistincto viridi praeditum.

China. Yunnan. Lushui County（泸水县）, Mts. Gaoligong（高黎贡山）Pianma（片马）, alt. 2500m, in shady and moist places in forests. 2003-07-03, Z. J. Liu（刘仲健）2772（holotype, here designated, in Herbarium, Shenzhen City Wutongshan Nurseries).

根状茎短。叶 2～5 枚，二列，狭矩圆形，长 12～21cm，宽 2. 1～2. 9cm，先端近

急尖并有不等的2裂，上面绿色，背面淡绿色，基部收狭为对折的叶柄．花葶直立，连同具单花的花序长20～22cm；花序柄淡绿色，具白色柔毛；花苞片椭圆形，近对折，长3.2～3.5cm，宽约2cm，淡黄绿色，除背面基部及先端具白色短柔毛外其余均无毛；花梗连同子房长3.5～4cm，淡黄绿色，密被白色柔毛；花直径9～10.5cm，淡黄绿色，无斑点或条纹，花瓣近先端淡黄白色；中萼片宽卵形，长3.5～4cm，宽3～3.3cm，背面被白色短柔毛，边缘具缘毛，上半部内卷；合萼片椭圆形，长3.5～4.0cm，宽2～2.3cm，淡绿色，背面被白色短柔毛，边缘具缘毛；花瓣匙形，长5～5.6cm，上部宽2～2.3cm，中部至基部边缘波状，先端略带微凹，边缘通常具细小缘毛，内面基部具白色柔毛；唇瓣盔状囊形；柄状基部长约1.2cm；囊倒卵形，长2～2.3 cm，宽2.6～2.7cm，囊底具柔毛，囊口两侧各有1个短耳；退化雄蕊矩圆形，长1.1～1.2cm，宽8～9mm，先端具短尖，短尖长1～1.5mm；基部有短耳，近中央有一个不很明显的绿色脐状突起。

新种近似于虎斑兜兰（*Paphiopediluin tigrinum* Koopowitz et Hasegawa），但花黄绿色，无斑点或斑纹，退化雄蕊矩圆形，先端具短尖，短尖长1～1.5mm，易于区别。

Paphiopedilum smaragdinum Z. J. Liu et S. C. Chen is described as a new species based on the plants collected from Gaoligong Mountains in Lushui County of Yunnan, China. Two plants are now cultivated in our nursery in Shenzhen, and both flowered early in July. The new species is related to *Paphiopedilum tigrinum* Koopwitz et Hasegawa, but differs by having a yellowish-greenish flower neither spotted nor striped with deep color, and an oblong staminode with mucronate apex up to 1.5～2mm long.

Paphiopedilum smaragdinum, A New Species of Orchidaceae from Yunnan, China

LIU Zhong-jian[1]　CHEN Sing-chi[2]

(1 Shenzhen City Wutongshan Nurseries, Shenzhen　518114, China)

(2 Laboratory of Systematic and Evolutionary Botany, Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093, China)

Abstract　A new orchid, *Paphiopedilum smaragdinum* Z. J. Liu et S. C. Chen (Subgen. *Paphiopedilum*, Sect. *Paphiopedilum*), is described and illustrated. The type specimen was collected from Gaoligong Mountains. It is related to *Paphiopedilum tigrinum* Koopowitz et Hasegawa, from which it differs by having a yellowish-greenish flower neither spotted nor striped with deep color, and an oblong staminode with mucronate apex up to 1～1.5mm long.

Key words　*Paphiopedilum smaragdinum*, New species, Yunnan

云南几种兜兰属植物 *

陈心启[1]　刘方媛[2]

（1 中国科学院植物研究所）

（2 中国科学院昆明植物研究所）

近年来，中国科学院昆明植物研究所植物园曾从云南各地采集、引种了一些兰科兜兰属（*Paphiopedilum*）植物，其中大多数已在园中开花结果。在鉴定该属植物过程中，我们发现了一些新种与未记载种。它们都是很美丽的观赏植物，本文将分别予以介绍。文中所引证的标本均保存于昆明植物研究所标本室（KUN）与北京植物研究所标本室（PE）。

I　短瓣亚属 Subgen. Brachypetalum (Hallier) Pfitz.

1　杏黄兜兰(新种)　图 1:1～4

***Paphiopedilum armeniacum* S. C. Chen et F. Y. Liu, sp. nov. 2n=26**

Species nova *P. niveo* similis, sed foliis subtus dense purpureo-punctatis, floribus armeniacis, labello sepalo longiore vel aequilongo, symsepalo apice obtuso (non bicuspidato), petalis intus basi manifeste albo-villosis bene distincta.

Herba epiphytica. rhizomate elongato 2～3mm in diam. Folia 5～7, oblonga plus minusve horizontalia vel oblique ascendentia 6～12cm longa 1.8～2.3cm lata, apice acuta vel interdum sinuato-excisa et apiculata, supra distincte albide tessellata subtus carinata et dense purpureo-punctata. Scapus erectus vel suberectus 24～26cm altus viridis et purpureo-punctatus brunneo-hirtellus. Flos singularis armeniacuis; sepalum ovatum vel lanceolato-ovatum 2.2～4.8cm longum 1.4～2.2cm latum, apice subcutum intus glabrum extus prope basin et apicem villosum, margine ciliatum, 11～13-nervium; symsepalum sepalo simile sed minus, 2～3.5cm latum apice obtusum intus glabrum extus villosum et obtuse bicarinatum margine ciliatum; petala majora late ovata vel subrotunda 2.8～5.3cm longa 2.5～3cm lata, apice subrotunda vel subacuta, 11～19-nervia, intus basi albo-villosa extus glabra, margine ciliata; labellum elliptico-ovatum, sepalo longius vel aequilongum, 4～5cm longum 3.5～4cm latum, basi brevissime unguiculatum. calceo

* 本文 1982 年发表于《云南植物研究》，4(2)：163～167。

exauriculato margine antico anguste involuto, basi intus albo-villoso et purpureo-punctato; staminodium ovatum vet late ovatum 1～2cm longum 1～1.5cm latum apice deflexum, luteum et brunneo-punctatum, dorso obtuse carinatum; ovarium viride plus minusve obtuse sexangulari-cylindricum albo-pubescens apice rostratum; stamina filamentis robustis; stigma rotundo-quinquangulare convexum.

Yunnan: Bijiang, in rupibus, A. L. Zhang 7901 (Holotypus, KUN), Jul. 1979.

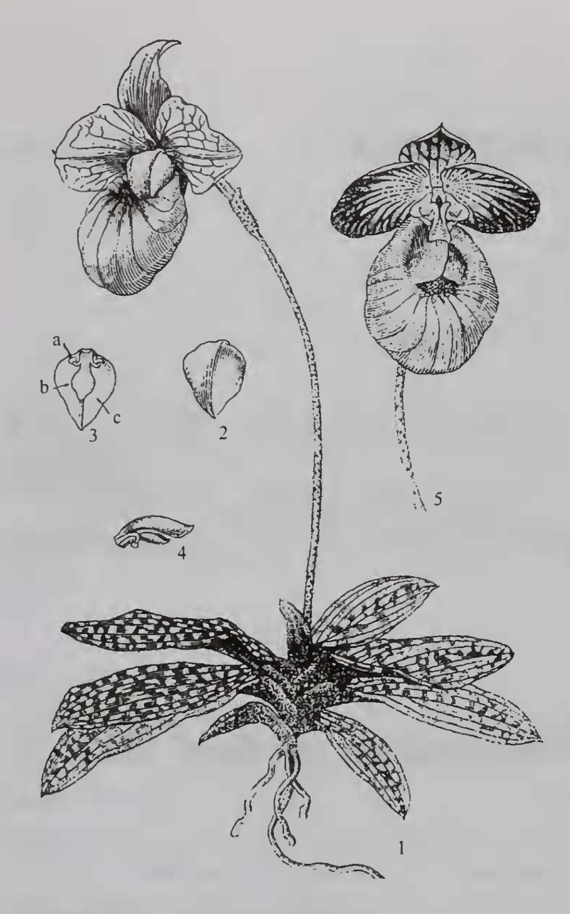


图 1～4 杏黄兜兰 *Paphiopedilum armeniacum* S. C. Chen et F. Y. Liu

1:植株;2:退化雄蕊;3:柱头(b)、雄蕊(a)、退化雄蕊(c)背面观;4:柱头、雄蕊和退化雄蕊侧面观;5:硬叶兜兰(*Paphiopedilum micranthum* Tang et Wang)

本新种接近于雪兜兰［*P. niveum* (Rchb. f.) Pfitz.］，但叶下面具密集的紫斑点，花杏黄色，唇瓣长于或等长于萼片，合萼片先端钝（非 2 裂的尾状），花瓣内面具明显的白色长柔毛，易于区别。

附生草本，具延长的、直径 2～3mm 的根状茎。叶 5～7 枚，矩圆形，近平展或斜展，长 6～12cm，宽 1.8～2.3cm，先端急尖或有时具弯缺与细尖，上面有明显的带白色的方格斑，下面具龙骨状突起并有密集的紫斑点。花葶直立或近直立，长 24～26cm，绿点并具紫色斑点，有褐色硬毛。花单朵，杏黄色；萼片卵形或披针状卵形，长 2.2～4.8cm，宽 1.4～2.2cm，先端近急尖，内面无毛，外面近顶端与基部具长柔毛，边缘具缘毛，有 11～13 条脉；合萼片与萼片相似但较小，长 2～3.5cm，宽 1.2～2cm，先端钝，内面无毛，外面具长柔毛并有 2 条钝的龙骨状突起，边缘具缘毛；花瓣较大，宽卵形或近圆形，长 2.8～5.3cm，宽2.5～3cm，先端近圆形或近急尖，具 11～19 条脉，内面基部具白色长柔毛，外面无毛，边缘具缘毛；唇瓣椭圆状卵形，比萼片长或近等长，长 4～5cm，宽 3.5～4cm，基部具短爪，兜无耳，先端边缘内卷部分很狭窄，基部内面具白色长柔毛并有紫色斑点；退化雄蕊卵圆形或阔卵圆形，长 1～2cm，宽 1～1.5cm，先端外折，黄色具深褐色的斑点，背面具钝的龙骨状突起；子房绿色，多少呈钝六棱的圆柱形，具白色短柔毛，顶端有喙；雄蕊具粗短花丝；柱头呈圆的五角形，凸出。

云南：碧江，生于岩壁上，张敖罗 7901（主模式），1979 年 7 月。

本种花杏黄色，美丽，在昆明植物研究所植物园已开花结果，是一种非常罕见的黄花种类。

2　硬叶兜兰（新拟）小花兜兰（植物分类学报）

Paphiopedilum micranthum **Tang et Wang in *Act. Phytotax. Sinic.* 1(1):56. 1951.**

唐进、汪发缵教授在发表此新种时所依据的模式标本是一个花未开放的植株，因而取名为小花兜兰。这个种由于叶小、质地坚硬、平展，极易区别于兜兰属其他国产种类。昆明植物研究所植物园中有不少从云南西畴采到的该种植株，已陆续开花结果。花完全开放后很大，直径可达 7～8cm，十分美丽，尤其退化雄蕊与 2 枚雄蕊色彩鲜艳，酷似昆虫的一双眼睛，引人入胜。现将其花部特征补充描述如下：

Sepalum ovatum vel late ovatum, luteum et putpureo-striatum, 2.2～2.6cm longum 1.8～2.0cm latum, apice acutum intus glabrum extus carinatum et villosum; symsepalum sepalo simile sed minus bicarinatum; petala subrotunda 2.8～3.2cm lata, apice obtusa vel rotunda, lutea et purpureo-striata, intus basi albo-villosa extus plus minusve pubescentia; labellum elliptico-ovatum ca. 5cm longum 4cm latum roseum brevissime unguiculatum intus basi albo-villosum; staminodium ellipticum luteum et purpureo-striatum 1cm longum.

萼片卵形或宽卵形，黄色并具紫色斑纹，长 2.2～2.6cm，宽 1.8～2cm，先端急尖，内面无毛，外面具龙骨状突起并有长柔毛，合萼片与萼片相似，但较小，具 2 条龙骨状突起；花瓣近圆形，宽 2.8～3.2cm，先端钝或圆形，黄色并具紫色条纹，内面基部具白色长柔毛，外面多少被短柔毛；唇瓣椭圆状卵形，长约 5cm，宽 4cm，粉红色，内面基部具白色长柔毛，退化雄蕊椭圆形，黄色并有紫色条纹，长 1cm。

云南：麻栗坡，王启无 86182(模式标本，PE)；西畴，王守正 494(KUN)，1420m；同地，刘方媛 6361(KUN)。

3　紫点兜兰(新记录)

Paphiopedilum godefroyae (Godefr.) Pfitz. in Bot Jahrb. 19: 40. 1894; et in Engler Pflanzenreich 12 (IV, 50): 56. 1903; Guillaum. in Fl. Génér. Indo-Chine 6: 645. 1934. ——*Cypripedium godefroyae* Godefr. in Orchido-phile 830. 1883; Curtis Bot. Mag. 112: t. 6876. 1886. ——*C. concolor*(Batem.) Pfitz. var. *godefroyae* (Godefr.) Hemsl. in Journ. Linn. Soc. Bot. 38:135. 1871.

此种模式标本采自越南北部。去年，我国首次自云南石屏县采得，今年已分别在北京和昆明两地的植物园开花。花大型、美丽，花葶很短，是一种很有价值的观赏植物。与越南产的植物相比，除花的紫色斑点略少外，其余均相符。花期 4 月。

云南：石屏，吉占和 0081.(PE)；同地，吉占和、包世琪，无号(KUN)。

II 兜兰亚属 Subgen. Paphiopedilum

4 带叶兜兰

Paphiopedilum hirsutissimum (Lindl.) Pfitz. in Bot. Jahrb. 19:41. 1894;et in Engler Pflanzenreich 12(IV, 50):69. 1903. ——*Cypripedium hirsutissimum* Lindl. in Curtis Bot. Mag. 83: t. 4990. 1857; Hook. f. , Fl. Brit. Ind. 6: 171. 1984; Kranzl. , Orch. 1: 79. 1897. ——*Paphiopedilum esquirolei* Schltr. in Fedde Rep. Beih. 4: 39, 86. 1919. ——*P. chiwuanum* Tang et Wang in Act. Phytotax. Sinic. 1(1):56. 1951.

本种叶带状，长 35～40cm 或更长，绿色，无斑纹；花瓣匙形，先端钝圆；退化雄蕊近方形，上面有 3 个脐状突起，易于辨认。过去唐进、汪发缵教授曾根据一个具花蕾的标本，发表新种 *P. chiwuanum*，经过我们详细比较，确信就是本种。此外，贵州产的 *P. esquirolei* 也应并入本种。

此种在昆明植物研究所植物园有引种，是一种很好的观赏植物。

云南：富宁，王启无 88525 (*P. chiwuanum* 的模式标本，PE)；产地不详，冯国楣，无号(KUN)。

广西：天峨，黄志 43286(PE)。

贵州：Cavalerie 4460(PE)；Esquirol 3277(*P. esquirolei* 的模式标本，未见)。

5 狭叶紫毛兜兰(变种)(新记录)

Paphiopedilum villosum (Lindl.)Pfitz. var. ***annamense*** Hort. in Orch. Rev. 18: 120. 1896; Rolfe in Curtis Bot. Mag. 133: t. 8126. 1907; Guillaum. in Fl. Génér. Indo-Chine 6:638. 1934.

本变种叶长 30～35cm，宽 1. 9～3cm，背萼片黄色并带紫褐色，而不同于原变种(叶宽 3. 4～4. 5cm，背萼片白色)。昆明植物研究所植物园有栽培，已开花，花期 9 月至次年 2 月。也是一种很好的观赏植物。

云南：文山，刘方媛 8101(KUN)。

Notes on Some Species of Paphiopedilum from Yunnan

CHEN Sing-chi[1] LIU Fang-yuan[2]

(1 Institute of Botany, Academia Sinica)

(2 Kunming Institute of Botany, Academia Sinica)

大树杜鹃（*Rhododendron protistum* var. *giganteum*）和蓝果杜鹃（*Rhododendron cyanocarpum*）的濒危原因研究*

张长芹　冯宝钧　吕元林　周　兵　高连明

（中国科学院昆明植物研究所，昆明　650204）

摘　要　大树杜鹃（*R. protistum* var. *giganteum* Forrest et Tagg Chambeniain）和蓝果杜鹃（*R. cyanocarpum* F. W. Smith）被定为国家三级保护植物。本文对这两种保护植物从资源调查、原产地的土壤分析、种子繁殖和储存方式、异地保护和异地栽培条件下幼苗生长等 4 个方面做了濒危原因研究。研究结果表明：大树杜鹃应就地和异地保护并用，蓝果杜鹃则应采取就地保护为宜。

关键词　大树杜鹃，蓝果杜鹃，濒危原因，异地保护

分　类　中图法 S685.21

大树杜鹃（*R. protistum* var. *giganteum*）和蓝果杜鹃（*R. cyanocarpum*）均被列为国家三级保护植物，它们的资源状况如何？什么原因濒危？这是植物保护工作者需要了解和掌握的。

1　大树杜鹃和蓝果杜鹃的资源状况

根据资料报道，大树杜鹃仅分布于云南西部腾冲县的高黎贡山海拔 2100～2400m 处。现仅存数十株。该种原产地的年均气温 11℃，最热月平均气温约 16℃，极端最高温度 27.8℃，最冷月平均气温 3.5℃，极端最低温 0℃，年降水量约 2000mm，干湿季分明，雨季（5～10 月）降水量为全年的 85%，其中 7～9 月雨量尤多。旱季（11 月至次年 4 月）雨量较少，年平均相对湿度在 80%以上，土壤是黄棕壤。该种与壳斗科、樟科、木兰科、山茶科植物组成常绿阔叶林。

为了解大树杜鹃的资源状况，我们分别于 1992 年和 1993 年两次到片马、贡山等地调查该种的分布状况。在片马自然保护区内海拔 2100～2300m 的地段发现了 3 株大树杜鹃，株高可达 4m，并实测了 5m×5m 的样方，该样方内有 9～80cm 高的小苗 32 株，小苗较集中生长于北坡溪流边地，该小苗生长地距离最近一株大树杜鹃约 100m。贡山县独龙江也有大树杜鹃的分布。

蓝果杜鹃分布于云南大理苍山东西坡和四川木里藏族自治县，海拔 3000～3900m。我们赴大理调查时发现，在实测的 30m×30m 的样方内有 13 株大的蓝果杜鹃，只有 4 株小苗。该种分布地冬季较长，常有冰雪覆盖，年均气温约 8℃，极端最高气温约 25℃，极端最低气温约－20℃，年降水量约 3000mm，土壤为暗棕壤。本种生于苍山冷

* 本文 1998 年发表于《自然资源学报》，13(3)：276～278。

杉（*Abies delavayi*）林缘，有时在山脊部分形成小片杜鹃灌丛。它常和乳黄杜鹃（*R. lacteum*）、和蔼杜鹃（*R. jucundum*）、棕背杜鹃（*R. fictolacteum*）以及山柳（*Salix* sp.）、蔷薇（*Rosa* sp.）、鬼灯檠（*Rodgersia* sp.）、栒子（*Cotoneaster* sp. ）、灰叶堇菜（*Viola delavayi*）、紫菀（*Aster* sp. ）等植物混生。

2 原产地的土壤分析

为研究大树杜鹃和蓝果杜鹃的濒危原因，我们将原产地的土壤进行了分析。结果见表 1。

表 1 原产地氮、磷、钾及活性铁含量

土壤来源	有机质 /%	水解氮 /(mg/100g)	速效磷 /(mg/100g)	速效钾 /(mg/100g)	活性铁 /(mg/100g)	全氮 /%	全磷 /%	全钾 /%	pH
片马大树杜鹃林下	33.85	61.63	13.62	111.56	450.45	2.16	0.24	4.05	4.1
大理花甸坝蓝果杜鹃林下	27.95	45.61	9.35	94.13	1161.45	1.49	0.19	3.73	4.0

由表 1 可以看出，大树杜鹃原产地土壤不论是有机质、水解氮含量，还是有效磷、有效钾的含量都比较高，而活性铁含量是蓝果杜鹃原产地的 1/2 还少。这说明大树杜鹃原产地土质比较疏松，较适宜于大树杜鹃种子萌发和幼苗生长；而蓝果杜鹃林下的土壤、有机质、N、P、K 的含量均比大树杜鹃原产地的含量低，唯有活性铁的含量比大树杜鹃原产地的高 2 倍多，如此高的含铁量致使蓝果杜鹃原产地的土壤板结，加之蓝果杜鹃果实成熟期在 10 月，10 月后，原产地气候正值第一次霜期来临，此时，原产地气温低，气候干燥，果实成熟种子自然散落后与适宜的发芽温度 9～24℃不相适应，再加上土壤板结，没有适宜的土壤条件，这就是造成蓝果杜鹃原产地幼苗稀少的原因之一。

3 大树杜鹃和蓝果杜鹃种子萌发、储存及子叶形态研究

为了探讨大树杜鹃和蓝果杜鹃的种子萌发及储存方式，笔者对这两种杜鹃花的种子采取了室内自然储存和 0～3℃的低温储存，其发芽率情况见表 2。

表 2 种子萌发情况表

种名	当年发芽率 /%	储存一年后 /%	储存两年后 /%	储存三年后 /%	子叶形态
大树杜鹃	86	68	39	4	纸质，背面灰绿色
蓝果杜鹃	88	58	26	0	肉质，背面紫红色

注：储存温度 0～3℃。

从表 2 可以看出，大树杜鹃和蓝果杜鹃的种子发芽率较高，说明只要有适宜的条件是可以延续下去的，但将种子储存在 9～24℃的自然条件下，一年后就丧失了发芽率，应将种子储存于 0～3℃条件下。

4 人工育苗生长状况

几年来，我们对这两种杜鹃花进行了人工育苗实验，以探求该两种杜鹃花异地保护的经验。人工育苗生长情况见表 3。

表 3 大树杜鹃和蓝果杜鹃的人工育苗情况

种名	苗龄 /年	苗高 /cm	基径 /cm	根长 /cm	冠幅 /cm	子叶形态
大树杜鹃	1	3～6.6	0.15	4	5×5	纸质，长椭圆形，长 2～2.5mm，宽不及 1mm，背面灰绿色
	2	9～13.5	0.45	6	15×17	
	3	15～21	0.55	10	22×30	
蓝果杜鹃	1	1.6	0.01	3	1.5×2	肉质，阔披针形，长 1.5～2mm，宽不及 1mm，背面紫红色
	2	3.4	0.15	5	3×4	
	3	4.8	0.20	8	4×5	

注：以上数字为 50 株平均数。

从表 3 反映的情况看，大树杜鹃和蓝果杜鹃的营养生长都很慢。1984 年播种的大树杜鹃至今没有花粉形成的迹象，营养生长的缓慢直接导致了其生殖生长的延长。另外，根据我们在昆明植物园对这两种幼苗生长的追踪观察发现：①大树杜鹃不耐－1℃的低温，在 1993 年 1 月 18 日降霜时间内，大树杜鹃叶芽受冻，当温度至－2℃时，叶片脱落，整株叶片脱落继而死亡。②蓝果杜鹃不能耐 25℃以上的高温，异地保护困难。

5 结果与讨论

研究结果表明：①大树杜鹃虽然自然群落较小，但分布区并不只限于腾冲的高黎贡山，在云南的片马和独龙江地区也有分布。②蓝果杜鹃在云南的分布仅限于大理苍山的东西坡，大的植株较多，但小苗较少。③大树杜鹃原产地的土壤富含有机质，其含量可达 33.85%。土壤含铁量低，仅为 450.45mg/100g，而蓝果杜鹃原产地的土壤有机质含量仅为 27.45%，但土壤含铁量高达 1161.45mg/ 100g，致使土壤板结，种子成熟后没有适宜的土壤萌发条件。④大树杜鹃和蓝果杜鹃异地种子萌发较易，种子萌发率可达 86%～88%，但大树杜鹃年生长量仅为 6.6cm，且不耐－1℃的低温，温度在－1℃时，大树杜鹃叶芽变成棕色，－2℃时，植株死亡；蓝果杜鹃虽然种子萌发率高，但成苗率极低，幼苗年生长量仅达 1.5cm，且不耐 25℃以上的高温，异地保护困难。

综上所述，大树杜鹃应是一个能自然更新的种，从其种子萌发、原产地的样方分析及土壤分析都证明了这一点，但大树杜鹃不能适应改变了的环境条件，如突然的低温是导致大树杜鹃濒危的主要原因。蓝果杜鹃的情况则与大树杜鹃相反，如 25℃以上的高温，蓝果杜鹃幼苗出现萎缩而死亡。因此，就这两类植物的保护而言，大树杜鹃应就地和异地保护并用，蓝果杜鹃则采取就地保护为宜。

主要参考文献

闵天禄，李恒．1992．云南独龙江地区杜鹃花属植物的区系组成．云南植物研究，(增刊 V)：65～70

中国科学院植物研究所. 1992. 中国珍稀濒危植物. 上海：上海教育出版社. 1992

Research on Causes for Endangerment of *Rhododendron Protistum* var. *Giganteum* and *R. cyanocarpum*

ZHANG Chang-qin FENG Bao-jun LU Yuan-lin ZHOU Bing GAO Lian-ming
(Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Science, Kunming 650204)

Key words *R. protistum* var. *giganteum*, *R. cyanocarpum*, endangerment, cause, ex-situ conservation

中国滇西地区竹亚科一珍稀新种*

辉朝茂　杨宇明　杜　凡　薛纪如

（西南林学院，昆明　650224）

关键词　竹亚科，空竹属，针麻竹

针麻竹　马厄（傈僳语）、阿玉尺（怒语）、鸟（泸水景颇语）新种　图 1

Cephalostachyum scandens Hsueh et Hui, sp. nov.

Species a congeneris culmis scandentibus, ramo uno culmo simili; internodiis usque ad 120cm longis, valde scabris, laminis vaginarum erectis, ad bases cum vaginis culmorum junctis inarticulatis differt. Capitulis similis C. *pallido* Munro, quod differt aristis glumarum et lemmarum manifestioribus itaque spiculis apice aristatis, nervillis palearum transversis evidentibus, stigmatibus saepe 2, ovariis longe ovoideis.

Rhizomata sympodialia ; culmi scandentes, 20～30(～50)m longi, 1～3(～3.5)cm diam; internodia 50～80(～120)cm longa, fistulosa, superficie valde scabra, saepe depresse brunneo-setosa; nodi vaginarum elevati, annulareis; nodi culmorum plani. Gemma in quoque nodo 1, glabra; rami numerosi, secondarii saepe nulli, unus tantum crassissimus idem ac culmus. Vaginae culmorum persistentes, eximie breviores quam internodia, basi osseae, valde durae et friabiles, ad apicem sensim papyracese, dorso valde muricatae, setis basibus verrucosis instructis, saepe ad nervos longitudinales dense tectae, interdum margine clliatae et apice intus tomentosae, nervis longitudinalibus non evidentis; auriculae vaginarum et setae nullae; ligulae vaginarum c. 1mm altae, truncatae, basi et parte interiore tomentosae; laminae vaginarum erectae, intra dense tomentosae, margine involutae, longe caudatae, basibus oribus vaginarum aequilatis, inarticulatis. Folia in quoque ramunculo 4～5; vaginae foliorum glabrae, oribus inaequilateralibus, latere angustiore inauricularae, latiore et auriculis setis numerosis erectis vel obstipis 5～10mm longis tectis; ligulae foliorum demissae minus 1mm altae, truncatae; ora breviter ciliata; laminae 17～25cm longae, 2～3cm latae, glabrae, apice caudatae, caudis 2～4cm longis, nervis secondariis utinque 5～7, nervillis transversalibus obscuris; petioli c. 5mm longi.

Infloresentiae capitatae terminales, bracteis numerosis margine dense ciliatis, apice aristails; floribus incompletis et bracteolis numerosissimis inter spiculas fertiles mixtis,

---

* 本文 1997 年发表于《植物分类学报》，35(6)：562～565。

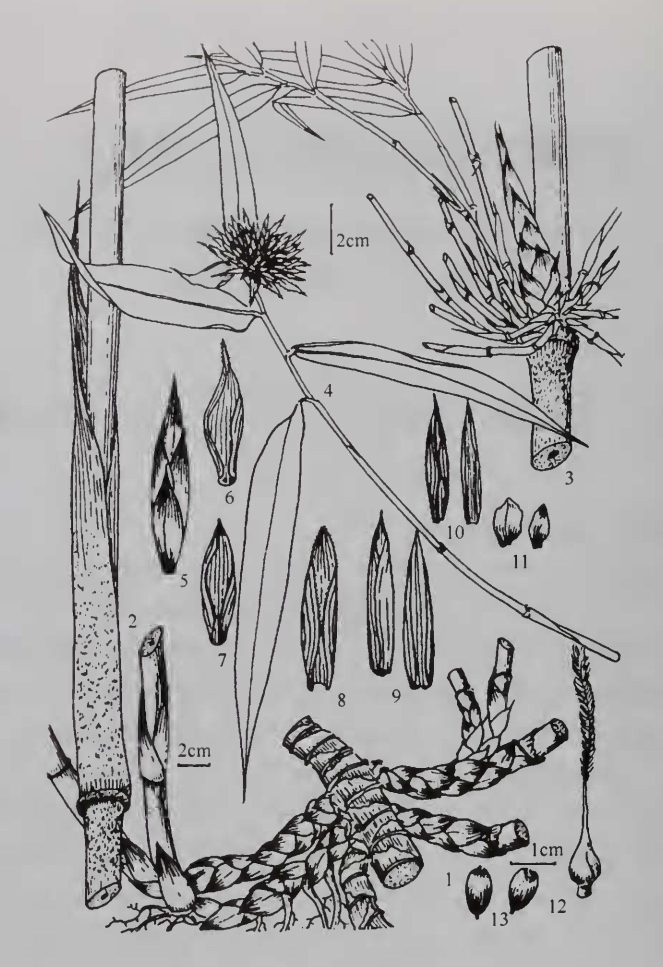


图1 针麻竹

1：地下茎及秆；2：秆及秆箨；3：秆及分枝；4：花枝；5：小穗；6～7：外稃；8：内稃；9～10：颖；11：鳞片；12：雌蕊；13：果实

Fig. 1 *Cephalostachyum scandens* Hsueh et Hui

1：Rhizome with culm；2：Culm with sheath；3：Culm with branch；4：Flowering branch：5：Spikelet；6～7：Lemma；8：Palea；9～10：Glume；11：Lodicules；12：Gynoe cium；13：Fruit

bracteolis margine dense ciliatis，apice aristatis；spiculis；1-florisi；glumis 2～3，apice ciliatis et aristatis，brevioribus quam spiculis；lemmatibus glumis similibus，magnis，margine apicali pilosa，aristis brevissimis vel nullis；paleis membranaceis，longioribus quam lemmatibus，carinis 2 apice pilosis；lodiculis 2，membranaceis；staminibus 6，filamentis gracilibus；ovario sphaeroideo stipitato；stylis gracilibus et longis；stigmatibus parvis leviter plumosis.

Yunnan（云南）：Lushui（泸水），Pianma（片马），Wuzhong Ganghe（吴中岗河），alt. 2150m，1992-03-28，C. M. Hui（辉朝茂），J. S. Wang（王劲松）92024（type，SWFC）；same county，Wuzhong Mt.（吴中山），alt. 2000m，C. C. Yang（杨长春），C. M. Hui 88110；same county，Luanyun（峦云），alt. 1980m，J. R. Xue

（薛嘉榕）8904；Fugong（福贡），Zhuminglin（珠明林），alt. 1600～2000m，1992-04-04，C. M. Hui，H. R. Zhang（张浩然）92039；same county，Lumadeng（鹿马登），Buladi（布拉底），alt. 1700m，1989-01-26，Z. S. Yu（余战士）89003；Tengchong（腾冲），Guyong（古永），1978-05-15，collector unknown 021；Longling（龙陵），Heishan Mt.（小黑山），alt. 2100m，1981-11-28，collector unknown 2869；Yinjiang（盈江），Sudian Mt.（苏典山），alt. 1970m，1984-08-04，D. Z. Li（李德铢）84026；Gengma（耿马），1978-02，J. R. Xue（薛纪如）1271.

合轴丛生竹类，秆攀援状，长 20～30m，最长达 50m，直径 1～3cm，最粗 3.5cm；节间长 50～80cm，最长达 120cm，中空，表面未被箨鞘包被部分极为粗糙，常被棕褐色贴生刺毛；箨环隆起成一项圈状；秆环平滑；芽 1 枚，贴生，无毛。分枝多数，常无次级分枝，具有发达的主枝，可代替主干生长。秆箨宿存，远短于节间；箨鞘基部骨质，甚脆硬，往上至顶部渐变为纸质，背面很粗糙，被较密的褐色疣，基贴生刺毛，并常沿纵脉整齐排列，边缘有时具纤毛，腹面有时在顶部被绒毛，纵脉纹不明显；无箨耳及隧毛；箨舌截平形，高约 1mm，口部及腹面均被毛；箨片直立，腹面密被绒毛，常内卷而成长尾状，基部与鞘口等宽，无关节连接。小枝具叶 4～5 枚，叶鞘光滑无毛；鞘口两肩不等宽，窄边具叶耳，宽边及叶耳均具十数枚长 5～10mm 的直立或弯曲的隧毛；叶舌低矮，高不及 1mm，口部具短纤毛；叶柄长约 5mm；叶片长 17～25cm，宽 2～3cm，两面无毛，先端尾尖长 2～4cm，侧脉 5～7 对，小横脉不清晰。

顶生头状花序，每一花序基部包有多枚花苞，此苞片边缘密被纤毛，先端叶片状或芒状，孕性小穗间常混生有许多不完全花或小苞片，其边缘常密被纤毛，先端具芒，但不伸出花序球外；小穗含花一枚，具颖 2～3 枚，颖片先端被纤毛，并呈芒状，但均短于小穗；外稃似颖，大型，先端边缘微被毛，芒极短或无；内稃质薄，长于外稃，具 2 脊，此脊上部具微毛；鳞片 2 枚，膜质，显著；雄蕊 6 枚，花丝细长；子房扁球形，具柄，花柱细长，柱头短小略呈羽毛状；因颖片和外稃的芒不很发达，小穗先端钝。花期 3～4 月。种子坚果状，直径约 5mm，6～8 月成熟。

本种营养体为藤本状，表面粗糙，主枝 1 枚常极发达，可代替主干；节间长可达 120cm，表面粗糙；箨片直立，与箨鞘相连处无关节。这些特征可区别于属内各种；头状花序近似于小空竹（*C. pallidum* Munro），但后者颖片和外稃的芒较发达，小穗先端成刺芒状；内稃小横脉明显，柱头常 2 裂，子房卵状披针形。

空竹属竹类一般节间表面光滑；竹箨常光滑，具箨耳，或鞘口两肩隧毛发达，箨片外翻。本种在这些特征上与空竹属原有种类区别较大，却与思劳竹属（*Schizostachyum*）近似。但其繁殖体（花和果实）构造特征表明应隶属空竹属（*Cephalostachyum*）。本种天然分布于中国滇西山区，为典型的藤本状竹类，其节间特长，可达 120cm，鲜艳的紫红色头状花序等特征为竹亚科所罕见；其竹材纤维较好，是当地传统的制麻和精细编织原料，在造纸工业上也具有较高的开发价值。因此确系一珍贵稀有竹种，建议列为国家重点保护植物。

A New Species of Bambusoideae from W. Yunnan, China

HUI Chao-mao YANG Yu-ming DU Fan XUE Ji-ru
(Southwest Forestry College, Kunming 650224)

Key words Bambusoideae, *Cephalostachyum*, *Cephalostachyum scandens* Hsueh et Hui

中国高黎贡山国家自然保护区竹亚科新分类群*

辉朝茂　杨宇明　杜　凡　薛纪如

（西南林学院　昆明　650224）

摘　要　本文报道了中国西南部高黎贡山国家自然保护区竹亚科3个新种，2个新变型。它们是落叶筱竹（*Thamnocalamus tengchongensis* Hsueh et Hui）、江竹（*Dendrocalamus pachyladus* Hsueth et D. Z. Li）、山竹（*Yushania elevata f. piunmaensis* Hsueh et R. Y. He）、兰坪玉山竹（*Y. puberula* Hsueh et Hui）、福贡玉山竹（*Y. farcticaulys yi f. brevinoda* Hsueh et H. R. Zhang）

关键词　中国高黎贡山，竹亚科，新种

1　落叶筱竹（新拟）落叶竹　（腾冲）　新种　图1

Thamnocalamus tengchongensis Hsueh et Hui. sp. nov.

Differt a congeneris foliis deciduis, medullis culmorum totis discretis, culmis fractiflexis, laminis vaginarum latis erectis, vaginis culmorum pallide vittatis.

Rhizomata sympodialia; culmi apice erecti, 3～5m alti, 1.5～2cm diam.; internodia 27(～40)cm longa, vetustate tangerina leviter fractiflexa, parietibus 6mm crassis, medullis spongiosis totis, discretis; nodi culmorum aliquantum dlevati et vaginarum annulos subereos elevatos formantes; rami graciles densi; folia parva decidua et nova primumcrescentia in aprile; vaginae culmorum coriaceae oblongae pallide vittatae, superne margine dense—ciliatae; ligulae c. 1～2mm altae; auricullae; laminae erectae lanceolatae, basi oribus subaequilatae inarticulatae persistentes.

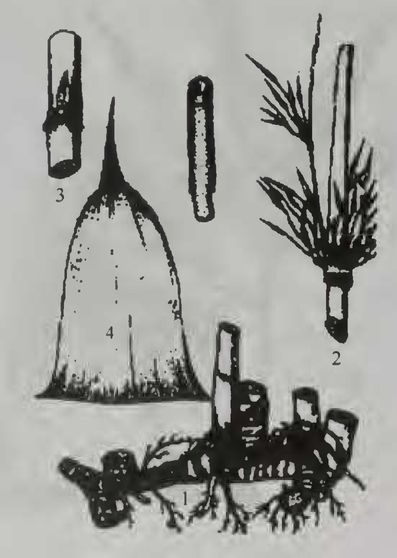


图1　落叶筱竹
1：地下茎；2：秆及枝叶；3：秆箨；4：秆壁及髓部（王红兵绘）

Fig. 1　*Thamnocalamus tengchongensis* Hsueh et Hui
1: Rhizome; 2: Culm and branch and leaves; 3: Culm sheath; 4: Culm wall and pith

地下茎合轴型，秆稍劲直，高3～5m，直径1.5～2cm；节间一般长27cm，最长达40cm；壁厚约6mm；秆髓海绵状，可整条分离；老秆节间橘红色，略成“之”字形曲折；秆

* 本文1999年发表于《林业科学》，35(1)：43～46。

环稍隆起，箨环成一木栓质环状隆起，高于秆环；分枝较细而密集。落叶性，每年4月开始发出新叶，叶片小型；秆箨革质，箨鞘成矩形，具纵向浅色条纹，上部边缘密生纤毛；鞘口成山字形，箨舌高1～2mm，无箨耳；箨片直立，披针形，基部几与鞘口等宽，与鞘无关节，宿存。

本种为落叶性竹种，秆髓可整条分离，秆成“之”字形曲折，箨片宽大而直立，箨鞘具浅色条纹，区别于属内各种。

云南（Yunnan）：腾冲县（Tengchong）胆扎林场（Danzha），海拔（alt.）2530m，1993年4月15日（Apr. 15. 1993），张伟（Zhangwei）、伍艳萍（Wu Yianping）、辉朝茂（Hui Chammao）93353号（Typus，in SWFC）；云龙县（Yunlong）曹涧林场（Caojing），海拔（alt.）2900～3100m，1993年11月25日（nov. 25. 1993），薛嘉榕（Rue Jianong）9302号。

2 江竹（滇南通称）野竹（新平）野龙竹（怒江）马刮见（傈僳语）瓦见（怒语） 新种 图2

Dendrocalamus pachycladus Hsueh D. Z. Li et Hui，sp. nov.

Species *D. semiscandenti* Hsueh et D. Z. Li affinis，sed laminis vaginarutn reflexis，auriculis vaginarum undulatis setosis valde effectis；ligulis vaginarum altioribus dense setosis；lemmatibus et paleis in margine apicali ciliatis differt.



图2 江竹

1：秆箨；2：枝叶（王红兵绘）

Fig. 2 *Dendrocalamus pachycladus* Hsueh et D. Z. Li

1：Culm sheath；2：Branch and leaves

Rhizomata sympodialia；culmi scandentes，5～8m alti.；internodia 20～30cm longa，glabravel juventute leviter pilosa；nodi leviter distenti，annulis tomentosis；nodi vaginarum et culmorum leviter elevati. Rami numerosi in quoque nodo，unus tantum crassissimus idetm ac culmus，scandens. Auriculae vaginarum undulatae，margine setis densis 6～10mm longis obtectae；ligulae vaginarum 2～3mm altae，ore setis densis 1～2(5) mm longis obtectae，intus dense tomentosae；laminae vaginarum reflexae，basi contractae oribus vaginarum angustiores quam ora，intra dense tomentosae. Folia in quoque ramunculo 5～8；vaginae foliorum et ores glabrae；ligulae foliorum c. 1mm altae；laminae 20～30cm longe，3～5cm latae，basi subtus pilosae；nervis secundariis utinque 8～10，nervillis transversis obscuris；petioli 5mm longi.

Rami floriferi aphylli magni；spiculae numerosae in capitulum grande dispositae in

quoque nodo; capitula 2～3cm diam.，basi aliquot bracteis magnis glabris instructum; spiculae 8～10mm longae，4-florae，apice obtusae; glumae 1～2，dorso 1-carinata，carinis breviter erecta setiferis; lemmata in margine apicali dense ciliatae; paleae membranaceac ovatae，in margine apicali ciliatae; lodiculae obsoletae; stamina 6，filamentis liberis; ovarium longe ovatum，stylis longioribus pilosis; stigma unicum plumosum.

合轴丛生，蔓生状，秆高5～8m，节间长20～30cm，光滑，或幼时微被毛，节略膨大，具毛环。箨环和秆环微隆起；多分枝，有时一主枝较发达，可与主干等粗，半攀援状；具波状箨耳，上具6～10mm长的较密隧毛；箨舌高2～3mm，口部密被1～5mm长隧毛，腹面密被绒毛；箨片外翻，基部收缩，窄于鞘口，腹面基部密被绒毛；小枝具叶5～8枚，叶片长20～30cm，宽3～5cm，背面基部具柔毛，叶鞘及鞘口均无毛；无叶耳；叶舌高约1mm；口部具纤毛，叶柄长5mm；侧脉8～10对，小横脉不明显。

花枝无叶，大型；小穗数10枚聚集于花枝各节，呈大型球状，直径2～3cm。此花序球基部具数枚大型光滑的苞片，小穗长8～10mm，具花4枚，先端钝，颖1～2枚，背部具1脊；脊上具直立短刺毛；外稃上部边缘密被纤毛，内稃膜质、卵形；上部边缘具纤毛；鳞被退化，雄蕊6枚，花丝分离；子房长卵形，花柱较长，均具毛，柱头单一，羽毛状。

本种近似野龙竹（*D. semiscandens*），但前者箨片外翻，具波状箨耳及发达的隧毛，箨舌较高，密被隧毛，稃片上缘密被纤毛，区别明显。

云南（Yunnan）：双江（Shuangjiang）大文（Dawen）千信河（Qianxinhe），海拔（alt.）900m，1990年4月9日（9th. Apr. 1990），蒲文华（Pu Wenhua）、辉朝茂（Hui Chaomao）等90406号（Typus. in SWFC）；泸水（Lushui）蔡家坝（Caijiaba），海拔（alt.）1500m，薛纪如（Xue Jiru），金光银（Jing Guangyin），89016号；同地赖茂（Laimao），海拔（alt.）950m，1989年5月21日（21th，May 1989），王一中（Wang Yishong），辉朝茂（Hui Chaomao），89036号；同地南坝河（Nanbahe），海拔（alt.）1000m，辉朝茂（Hui Chaomao）89035号；新平（Xingping）水塘（Shuitang），海拔（alt.）1100m，1985年12月10日（10th，Dec. 1985），李德铢（Li Dezhu）853050。

本种在滇西至滇南分布较广，因多分布在江边河谷，当地均称“江竹”；又因笋质优良，群众过渡采笋而导致其秆不能正常生长，呈蔓生状。

3 兰坪玉山竹（新拟）劳什子（兰坪白语） 新种 图3

Yushania puderuta Hsueh et Hui，sp. nov.

Speries *Y. maculatae* Yi affinis，sed internodiis brevioribus，tomenta superne densissima primo abtegentibus，farctis; vaginis culmorum internodio paulo longioribus，laminis foliorum parvis，nervillis transversis manifeatis differt.

Rhizomata sympodialia，c. 50cm longa; oulmi 3～4m alti. 1～1.3cm diam.; internodia 20～25cm longa farcta，primo cano-tomentosa superne pilis densissimis obtecta，striis longitudinalibus manifestis; nodi vaginarum elevati et ei culmorum planiores; rami numerosi graciles. Va-



图 3 兰坪玉山竹
1：秆及宿存秆箨；2：秆箨；3：地下茎及秆、枝、叶（王红兵绘）
Fig. 3 *Yu. puberula* Hsueh et Hui
1：Culm and persistent sheath；2：Culm sheath；3：Rhizome and culm，branch and leaves

ginae culmorum persistentes coriaceae，internodio paulo longiores，dors parce setosae unquam maculis densis fuliginsosis instractae，ciliis obsoletis humeris oralibus leviter altis atque setis aliquot c. 10mm longis obtectis，nervis longitudinalibus manifestis，nervillis transversis obscuris；auriculae vaginarum nullae；ligulae vaginarum c. 2mm altae truncatae；laminae vaginarum lineari-lanceolatae，reflexae. Folia in quoque ramunculos 2～4；vaginae folior-um glabrae，oralibus humeris setosae；liqulae foliorum c. 1mm altae，ore breviter ciliato；laminae 5～8cm longae，5～8mm lataae，nervis secundariis utinque 2（～3），nervillis transversis manifestis.

地下茎合轴型，假鞭长约 50cm，秆高 3～4m，直径 1～1. 3cm，节间长 20～25cm，实心，幼时被灰绒毛，上部尤密，纵棱纹明显；箨环较平；秆箨宿存；箨鞘革质，长于节间，背面疏被刺毛，有时密被深色斑点，边缘纤毛不发达，鞘口两肩略高，各具数枚长约 10mm 的隧毛；分枝多数，纤细；叶舌高约 1mm，口部具短纤毛；叶片长 5～8cm，宽 5～8mm，侧脉 2（3）对，小横脉清晰。

本种近似斑壳玉山竹（*Y. maculata Yi*），但前者节间较短，幼时被毛，上部尤密；实心；箨鞘长于节间；叶片小型，小横脉清晰，易于区别。

云南（Yunnan）：兰坪（Lanping）新县城后山（mount. near new town），云南松林内，海拔（alt.）2650m。1992 年 3 月 14 日（14th. March 1992），和润云（He Runyun）、辉朝茂（Hui Chaomao）等 92007 号（Typus in SWFC）；同地新生桥林场（Xingshengqiao），海拔（alt.）2530m。1992 年 3 月 13 日（13th. March 1992），子世泽（Zi Shize）、辉朝茂（Hui Chaomao）等 92003 号；同地大羊场（Dayangchang），海拔（alt.）2700m，段剑坤（Duan Jiankun）、和润云（He Runyun）等 92051 号。

4 福贡玉山竹（新拟）马撇列（傈僳语） 新变型 图 4

Yushania farcticaulis yi f. brevinoda Hsueh et H. R. Zhang. f. nov.

A rypo recedit maculis brunneis inaequabilibus in vaginis culmorum，foliis deciduis. 与原变种区别在于节间较短，仅为 18～23cm。

云南（Yunnan）：福贡（Fugong）珠明林（Zhumingling）后山，海拔（alt.）2200m、散生。1992 年 4 月 4 日（4th. Apr. 1992），张浩然（Zhang Haoran）、辉朝茂

(Hui Chaomao) 等 92037 号 (Typus in SWFC)。



图 4　福贡玉山竹

1:秆及宿存秆箨 2:秆箨；3:枝叶(王红兵绘)

Fig. 4　*Yushania farcticaulis yi f. brevinoda* Hsueh et H. R. Zhang

1: Culm and persistent sheath; 2: Culm sheath; 3: Branch and leaves

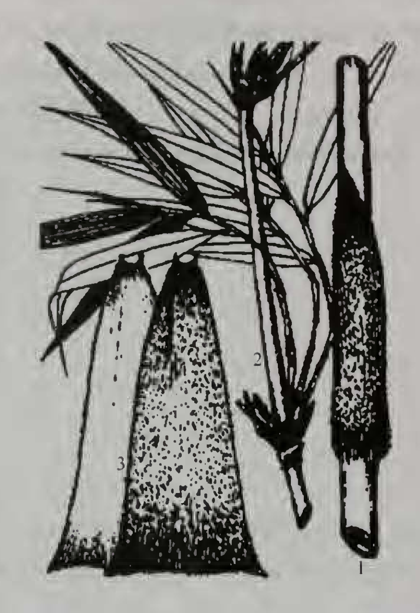


图 5　山竹

1：秆及秆箨；2：秆叶；3：秆箨（王红兵绘）

Fig. 5　*Yushania eleuata yi f. pianmaensis* Hsueh et R. Y. He

1: Culm and pensistent sheath; 2: Branch and leaves; 3: Culm sheath

5　山竹（片马俗名）马吧地（泸水傈僳语）　新变型　图 5

Yushania elevata yi f. pianmaensis Hsueh et R. Y. He. f. nov.

A rypo recedit foliis magnioribus ad 12～18cm longis.

与原变种区别在于叶片较宽大，长达 12～18cm。

云南（Yunnan）：泸水（Lushui）片马（Pianma），海拔（alt.）2100m，成片散生，1988 年 12 月 6 日（6th Dec. 1988），杨长春（Yang Changchun），辉朝茂（Hui Chaomao）88111 号（Typus in SWFC）。

主要参考文献（略）

New Species of Bamboo Subfamily From the Nature Reserve of Gaoligong Mountains, China

HUI Chao-mao　YANG Yu-ming　DU Fan　XUE Ji-ru

(Southeast forestry College　Kunming　650224)

Abstract　Three new species and two new formas from the nature reserve of Gaoli-

gongshan are reported in this paper—*Thamnocalamus tengchongensis* Hsueh et Hui, *Dendrocalamus pachycladus* Hsueh et D. Z. Li, Yushania, *Y. elevata f. pianmaensis* Hsueh et R. Y. He, puberula Hsueh et Hui *Y. farcticaulis yi f. brevinoda* Hsueh et H. R. Zhang.

Key words Gaoligong Mountains in China, Bamboo subfamily, New species

云南竹亚科一新种*

薛 嘉 榕

（西南林学院森林植物研究室，昆明 650307）

关键词 慈竹属，疙瘩竹，云南

疙瘩竹（云南腾冲） 新种 图1

Neosinoeatamus yunnanensis Hsueh et Hsueh f.，sp. nov.

Ex affinitate *N. affini*（Rendle）Keng f.，sed differt basibus laminarum vaginarum oribus vaginarum aequilatis，oribus vaginarum non setosis，laminibus vaginarum erectus，muris culmorum crassioribus.

Culmi erecti，superne penduli，8～12m alti，4～7cm in diam.，cavi，muris eorum 1.5cm crassis，internodiis 40～50cm longis，juventute cinereo-albibus vel fusco-pubescentibus nodis culmorum planiusculis，infra nodos annulis fusco-tomentosis，ramis ad nodos numerosis，principalibus 1. vaginae culmorum tarde caducae，coriaceae，dorso dense fusco-strigosae，auriculis nullis，ligulis 0.2cm altis，serrulatis，laminis erectis，triangularibus vel longe triangularibus，basibus larum apicibus vaginarum circa aequilatis. Folia in quoque ramulo 5～9，vaginis foliarum glabris，auriculis destitutis，ligulis，0.5mm altis，petiolis ad 1mm longis，laminibus foliarum 12～25cm longis，1～2.5cm latis，base late cuneatis，nervis lateraibum 5～7-jugis，nervillis transversariis obscuris.

Spiculae in quque nodo inflorescentiarum 1～3 vel interdum numerosae glomerataeque，2cm longae，0.7cm latae，aliquantum patentes in statu maturo，flavo-virentes vel leviter lilacinae，flosculis 5～8，rhachillis spicularum articulis，in maturitute flosculis connexis. Flosculae nunquam deciduae，glumis 1～2，flavis coriaceis，lemmatibus late ovatis，1.4cm longis，1.1cm latis，nervis 14～16-jugis，apice mucronatis，paleis angustis，2-carinatis，pilosis ad carinas，5～7-nervibus，lodiculis 2～3，limpidis，ciliatis；Antherae flavae，6mm longae，filamentis 1mm vel raro 10mm longis；Ovarium pyriforme，dense pilosum；stigmata 2～3，plumosa. Fructus non inventus.

Yunnan（云南）：Tengchong（腾冲）alt. 1720m，1990-03-01，Xue Jia-rong（薛嘉榕）9013（Typus SWFC）；ibid，Wan Guo-li（万国礼）9024（SWFC）。

本种与慈竹［*N. affinis*（Rendle）Keng f.］相近，但本种箨片基部与箨鞘顶部等宽，箨鞘鞘口无缝毛，箨片直立，秆壁较厚，可以区别。

---

* 本文1991年发表于《植物分类学报》，29(3)：274～275。



图 1　疙瘩竹

1：秆箨腹面；2：秆箨背面；3：叶枝；4：花枝；5：小穗；6：颖片；7：外稃；8：浆片；9：内稃；10：雌蕊；11：雄蕊；12：秆之一部

Fig. 1　*Neosinocalamus yunnanensis*

1：Inner side of culm sheath；2：Abaxial side of culm sheath；3：Leaf branch；4：Flowers branch；5：Spikelet；6：Glume；7：Lemma；8：Lodicule；9：Palea；10：Pistil；11：Stamen；12：A part of culm

A New Species of Bambusoideae from Yunnan

XUE Jia-rong

(Department of Forest Botany, Southwest Forestry College, Kunming, Yunnan 650307)

Abstract　A new species of the genus *Neosinocalamus* Keng f., *N. yunnanensis*, is described in this paper.

Key words　*Neosinocalamus*, *N. yunnanensis*, Yunnan

贡山竹属——我国云南竹亚科一新属*

李德铢[1]　薛纪如[2]　夏念和[3]

(1 中国科学院昆明植物研究所，昆明　650204)

(2 西南林学院，昆明　650224)

(3 中国科学院华南植物研究所，广州　510650)

关键词　贡山竹属，竹亚科

贡山竹属　新属　图 1

Gaoligongshania D. Z. Li, Hsueh et N. H. Xia, gen nov. (Tribus Bambuseae Nees. Subtribus Arundinariinae Bentham)

Plantae fruticosae, aliquando epiphyticae ad abores; Rhizomata breviorcolliter pachymorpha. Culmi unicaespitosi, intemodiis teretibus, ramis singularibus diametro culmo subaequicrassis. Culmorum vaginae persistentes, coriaceae, auriculis magnis falcatis, ligulis brevioribus, laminis patentibus. Foliorum auriculae falcatae, laminis magnis, lanceolatis usque late lanceolatis. Inflorescentiiae paniculatae, terminales, magnae ad 40cm longae, semelauctantes. Spiculae pedicullatae, lineares, 2～4cm longae, 0.2～0.3cm latae, laxe 4～9 forae, floribus summis steribus, rachillarum internodiis floribus duplo brevioribus, partim expositis, glumis vacuis 2, lemmatibus lanceolatis, paleis eo aequilongis, breviter bicuspidates, lodiculis 3, apicibus ciliatis, staminibus 3, stylo 1, brevissimo, stigmatibus 3, plumosis. Fructus maturi incogniti.

Genus novum *Indocalamo* Nakai affine, sed rhizomatibus breviorcolliter pachymorphibus, culmis unicaespitosis, inflorescentiis magnis, spiculis linearibus, stigmatibus 3 differt.

Typus nominis generis: Arundinaria megathyrsa Hand. -Mazz.

Species unica, in Provincia Yunnanica, austro-oceidentali Sinica indigena.

灌木状竹，有时附生于树干基部。地下茎短颈粗型。秆单丛；节间圆筒形；每节分枝单一，与主秆近等粗。秆箨宿存，革质；箨耳大，镰刀状；箨舌较低；箨片外展。叶耳镰刀状；叶片大型，宽披针形。圆锥花序顶生，大型，长达 40cm，一次性发生花序。小穗具柄，线形，长 2～4cm，宽 0.2～0.3cm，具 4～9 小花，顶端 1 小花不孕；小穗轴长为小花的 1/2，外露；颖片 2，内无潜伏芽；外稃披针形，与内稃近等长；内稃具 2 脊，先端短 2 裂；鳞被 3 枚，先端具缘毛；雄蕊 3 枚；子房无毛；花柱短；柱头 3

* 本文1995年发表于《植物分类学报》，33(6)：597～601。

裂，羽毛状。成熟果未见。

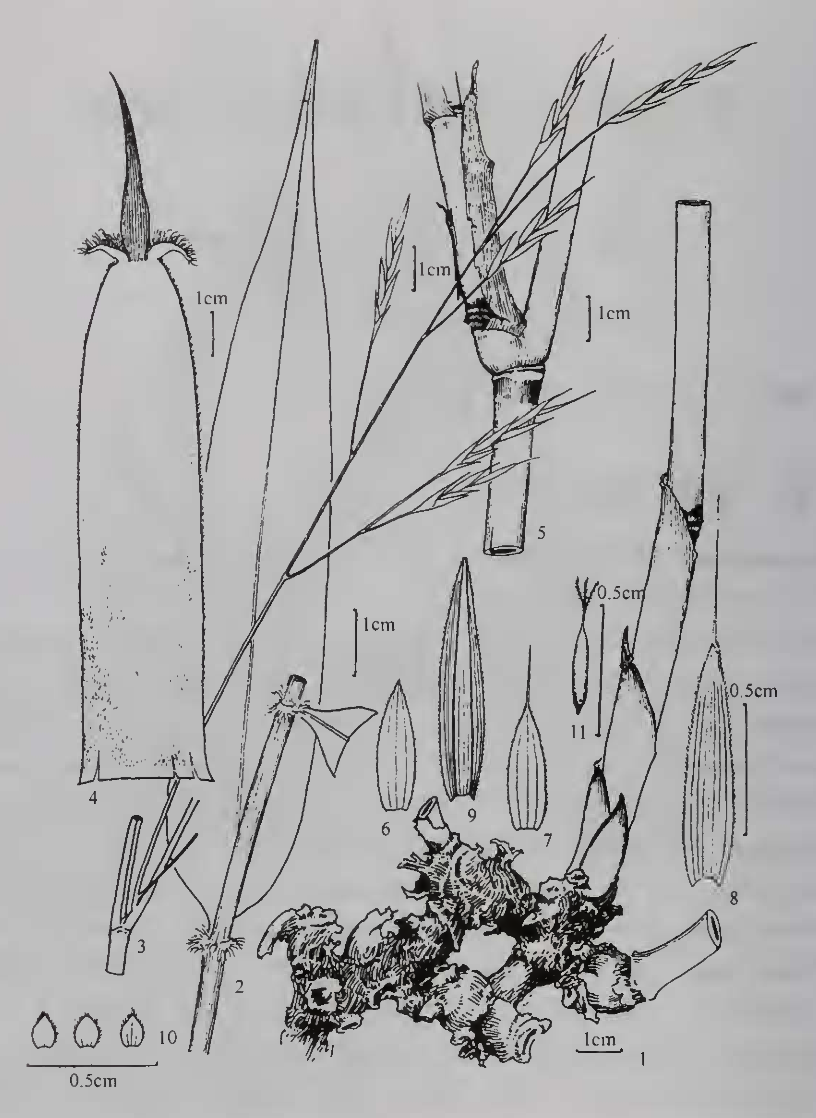


图1　贡山竹

1：地下茎；2：具叶小枝；3：花序（部分）；4：秆箨；5：秆及分枝；6：第一颖；7：第二颖；8：外稃；9：内稃；10：鳞被；11：雌蕊（杨建昆绘）

Fig. 1　*Gaoligongshania megathyrsa*

1：Rhizome；2：Portion of a branchlet；3：Portion of a inflorescence；4：Culm-sheath；5：Culm with branching；6：Lower glume；7：Upper glume；8：Lemma；9：Palea；10：Lodicules；11：Pistil

新属与箬竹属（*Indocalamus*）相近，但地下茎短颈粗型，秆丛生，花序大型，小穗线形，柱头3裂而明显不同。

1种，产我国西南云南省高黎贡山地区。

新属贡山竹属为一次性发生的有限花序、灌木状竹类，叶片大型，叶耳显著，每节分枝单一且与主秆近等粗，秆箨宿存，子房无明显附属物。这些均表明本属应为青篱竹亚族

(Subtrb Arundinarinae）成员，且与箬竹属有些联系。但本属地下茎为短颈粗型，秆丛生，有时附生，加之花序大型，小穗线形，柱头 3 枚而与箬竹属不同，也较之原始。

对于地下茎类型在竹亚科的分类作用，一般认为具有分属价值，唯一的例外是产于中南美的 *Chusquea* 属（Clayton et al. 1986）。在地下茎和花序类型上，贡山竹属又表现出与筱竹复合群（*Thamnocalamus* complex）（即所谓高山竹类）的渊源关系。该群的分类争议极大，至今仍无较统一的意见，即使同一作者在不同时期也使用不同的处理。Keng（1982）将该群立为筱竹亚族。Sode rst rom 和 Ellis（1987）曾建议接受筱竹属（*Thamnocalamns*）、箭竹属（*Fargesia*）（包括玉山竹属 *Yushania* 等属）。但后来 Soderstrom 和 Ellis（1988）又主张将箭竹型（fargesoid）即地下茎短颈粗型的这一类竹子置于极广义的青篱竹属（*Arundinaria*）（模式种为薄型地下茎）。纵然如此，贡山竹属也可通过其大型、开展的顶生圆锥花序、线形小穗、单一且与主秆近等粗的分枝和大型叶片与之相区别。本属与筱竹复合群的联系主要表现在 *Arundinaria hirsuta* 群（Campbell 1991）上，但后者地生茎及花序均未知，每节分枝 1～3 枚且较主秆细。同时被置于该群的 *Yushania uniramosa* 也无花部记载，秆柄延伸即地下茎长颈粗型。这些均表明贡山竹属的独特性。贡山竹属的发现对于揭示筱竹复合群的起源及其与箬竹属的关系，对于整个竹族（木本竹类）系统发育的研究均具有重要意义。此外本属的附生习性也十分有趣，值得进一步研究。

在外形上，特别是在营养体阶段，本属易与单枝竹属（*Monocladus*）混淆，因两者均为短颈粗型地下茎，秆丛生，灌木状竹，分枝单一，叶片较大，箨耳及叶耳显著，但后者为续次性发生的无限花序，小穗结构迥然不同，因而隶属于不同的亚族，即簕竹亚族（Subtrib Bambusinae）。

在分布区和生境上，贡山竹属也与上述类群有一定差别或间断。贡山竹属分布在云南西北部怒江（萨尔温江）与独龙江（恩梅开江、伊洛瓦底江）的分水岭——高黎贡山，海拔 1600～2200m 的中山常绿阔叶林内，常在老树上附生；箬竹属集中分布在我国东南部及西南地区东部（不到滇西），特别是长江流域海拔 1000m（西南东部可达 2000m）以下的低山或丘陵地带，属中国-日本区系成分；筱竹复合群则主要分布在东亚中山至亚高山地区，少数种延伸到南美及非洲，为热带（至亚热带）高山成分；单枝竹属各种分布于华南珠江流域至海南岛海拔 500m 以下的热带或南亚热带河谷低山地带，应属热带亚洲（印度-马来）区系成分。

贡山竹（新拟）　贡山箬竹（南林学报），大序青篱竹（云南种子植物名录），阔叶玉山竹、阔叶单枝竹（均竹子研究汇刊），云南单枝竹（独龙江地区植物），拉沙（云南贡山独龙族）。

Gaoligongshania megathyrsa（Hand. -Mazz）D. Z. Li，Hsueh et N. H. Xia. comb. nov. ——*Arundinaria megathyrsa* Hand. -Mazz. , Symb. Sin. 7：1270. 1936；C. Y. Wu. Index Fl. Yunnanensis 2 ：2131. 1984. ——*Indocalamus megathyrsa*（Hand. -Mazz.）C. S. Chao & C. D. Chu in J. Nanjing Technol. Coll. Forest. Prod. 1981(3)：44. 1981. ——*Yushania megathyrsa*（Hand. -Mazz.）Wen in J. Bamboo Res. 6(3)：34. 1987. ——*Monocladus megathysa*（Hand. -Mazz.）Yi in J. Bamboo Res. 12（2）：54. 1993（'*Monocaladus*'）. ——*Monocladus macrophyllus* Hsueh & C.

M. Hui H. Li, Fl. Dulongjiang Region 366, 1993. nom. nud.

Yunnan bor. -occid. (云南西北): Prope fines Tibeto (Sin.) -Birmanicas convalle fluvii Dulongjiang (Irravadi orient, super.) (缅甸和中国西藏交界处, 独龙江), in pluvii silva frondoda subtropica faucium Naiwanglong (拿万龙, 生于亚热带林中), 27°53′N, alt. 2150m, 1916-07-05, Handel-Mazzetti 9343 (holotype, WU; isotype, W); the same locality (Maku, Moqiewang, Meiliwang&Mabidang) (马库, 莫切旺, 梅立王, 麻必当), alt. 1600～1030m, in evergreen broadleaved fordests, 1990-12 to 1991-04, Dulongjiang Expedition (独龙江越冬考察队) 1105, 1963, 1779, 3756, 4307 (KUN); the same locality, 1994-10-20, Jia-r, Xue (Hsueh f.) & Y. M. Yang (薛嘉榕、杨宇明) s. n. (无号) (SWFC, with flower and rhizome); Lushui (泸水), Pianma to Wuzhong (片马至吴中), alt. 2200m, 1981-09-27, T. L. Zhang (张天龙) 7407 (SWFC); Pianma (片马), alt, 2050m, 1988-12-10, C. M. Hui (辉朝茂) 88103 (SWFC, with rhizome); same locality (同地), Gaoligong Shan Expedition (C. M. Hui et al.) 9019 (SWFC, with rhizome); 1978-05-04, collector unknown 010 (SWFC, with rhizome).

Acknowledgements The first author wishes to thank Professor F. Ehrendorfer (Vienna), who kindly provided Professor Cheng-Yih Wu and himself with accommodations during their visit to the WU and W herbaria. He also wants express his gratitude to Drs. E. Shönbeck-Temesy and W. Till (Vienna) for their loan of the type specimen. Finally, we are indebted to Mr. J. K. Yang (Kunming) for the art work, and to Dr. C. D. Pigott (Cambridge) for his checking of the English of this paper.

主要参考文献

Cambell J J N. 1991. Sino-Himalayan bamboos: towards a synthesis of western and eastern knowledge. J Amer Bamboo Soc, 8(1～2): 12～22

Clayton W D. Renvoize S A. 1986. Genera Graminum. Grasses of the world. Kew Bull, Addit. Ser. X III. London

Keng P C. 1982. A revision of the bamboo genera of the world (part 1). J Bamboo Res, 1(1): 15～18

Soderstrom T R, Ellis R P, 1987. The position of bamboo genera and allies in a system of grass classification. In: Soderstrom T R et al. Grass Systematics and Evolution. Washington DC: Smithsonian Institution Press

Soderstrom T R, Ellis R P, 1988. The woody bamboos (Poaceae: Bambusoideae) of Sri Lanka: a morphological-anatomical study. Smithsonian Contrib Bot, 72: 1～75

Gaoligongshania, a New Bamboo Genus from Yunnan, China

LI De-zhu[1] XUE Ji-ru[2] XIA Nian-he[3]

(1 Kunming Institute of Botany, Academia Sinica, Kunming 650204)

(2 South-western Forestry College, Kunming 650224)

(3 South China Institute of Botany, Academia Sinica, Guangzhou 510650)

Abstract A new bamboo genus, *Gaoligongshania* D. Z. Li, Hsueh et N. H. Xia

is described here to accommodate *Arundinaria megathyrsa* Hand. -Mazz. from Northwest Yunnan，China after comprehensive collection and study of the species. The new genus is certainly a member of the subtribe Arundinarinae Bentham in the sense of Clayton & Renvoize (1986) and Soderstrom & Ellis (1987) and may be a link between *Indocalamus* and the *Thamnocalamus* complex (the so-called alpine bamboos). Its inflorescence is determinate (semelauctant) with normal grass spikelets，large and conspicuously auricled leaves and single branch complements which are as thick as culms. *Gaoligongshania* is related to *Indocalamus* but has sympodial rhizomes，clustered culms，very large inflorescences，linear spikelets and three stigmas. It is sometimes epiphytic in habit. It also shows affinity with the *Thamnocalamus* complex with the same inflorescence and rhizome types. The complex，however，is one of the most difficult groups in defining bamboo genera and was considered as an independent subtribe (Keng 1982) or has even been put into the genus *Arundinaria* in the broadest sense (Soderstrom and Ellis 1988). Even then，*Gaoligongshania* can still be considered distinct because of its branch pattern and unusual inflorescence and spikelets. Although *Gaoligongshania* is superficially similar to *Monocladus* Chia et al. in its vegetative state，it belongs to a different subtribe，and its reproductive state is very different from *Monocladus*. In that genus，the inflorescence is indeterminate (iterauctant) and is composed of pseudospikelets with 6 stamens and conspicuous ovary appendages.

Key words *Gaoligongshania* D. Z. Li，Hsueh et N. H. Xia，Bambusoideae

高黎贡山国家自然保护区竹类植物及其保护发展对策*

杜小红[1]　辉朝茂[2]　薛嘉榕[2]　杨宇明[2]

(1 国家林业局西南航护总站保山站，保山　678100)

(2 西南林学院竹类研究所，昆明　650224)

摘　要　本文对地处滇西横断山区的高黎贡山国家自然保护区竹亚科植物种质资源及其区系地理特征进行了系统论述，研究竹种 13 属 46 种。对本区丰富的竹类资源的保护发展对策进行了探讨，提出了切实保护天然竹林、保护生态环境是首要任务，珍稀濒特种质资源引种保存是当务之急，科学适度利用、促进保护发展是辅助措施的建议。

关键词　高黎贡山，国家自然保护区，竹类资源，区系地理特征，保护发展对策

1　自然地理概况

高黎贡山国家自然保护区位于云南西部边疆，东经 98°34′～98°50′，北纬 24°56′～25°09′。行政上隶属于怒江州的泸水县及保山地区的腾冲县和保山市，西与缅甸接壤。总面积为 123 900hm^2，天然林 92 370hm^2，占 74.4%；竹林 3926hm^2，占 3.2%。

该保护区属横断山系的组成部分，东临怒江，西临恩梅开江和龙江，山川并列，形成南北走向的高山大川，是有名的横断山脉峡谷区。地势北高南低，最高海拔 3916.7m，最低海拔 1090m，相对高差达 2826.7m。

保护区分属怒江和恩梅开江两个水系。怒江源出西藏唐古拉山，流经高黎贡山东侧；龙川江发源于高黎贡山西侧，注入伊洛瓦底江。由于怒江、陇川江、恩梅开江水系及高黎贡山呈南北走向，对本区气候的形成、变化和植被的分布起着巨大的影响。总的来说，由于本区地处低纬高海拔地带，日照充足，热量丰富，夏季温暖多雨，但无酷暑，冬季干燥凉爽，但无严寒，是典型的亚热带气候。

高黎贡山自然保护区的植被，呈现出明显的垂直分布景观。从怒江河谷到山顶依次为干热河谷稀树灌丛草地（海拔 1100m 以下）、季风常绿阔叶林、暖性针叶林、中山湿性常绿阔叶林、山地苔藓矮林、温凉性针叶林、寒温性灌丛、寒温性草甸、流石滩稀疏植被（海拔 3500m 以上）等。

2　竹亚科分类与分布

高黎贡山自然保护区地形复杂，相对高差较大，生物气候随海拔的升高而变化，形成了明显的生物气候带谱。在这种复杂的地形气候作用下，发育着丰富的动植物种群，其中竹亚科植物共 13 属 46 种。

---

* 本文1999年发表于《竹类研究汇刊》，18(2)：67～73。

2.1 簕竹属（*Bambusa* Retz.）

（1）马蹄竹　油簕竹（广东）、Maipiu（云南傣语）*B. lapidea* McClure en Lingnan. Sci. Journ. 10（4）：531. 1940。产泸水县六库至上江保山市坝湾，海拔850～1100m。

（2）孝顺竹　观音竹（俗名）*B. multiplex*（Lour.）Reausch. 保护区周围栽培，多作为庭院观赏。使其根茆暴露制作成“倒栽竹”盆景，是竹类盆景制作中的一大特点。

2.2 空竹属（*Cephalostachyum* Munro）

（3）空竹（盈江）麻竹（腾冲）、国珠（傈僳语）、Maibao（傣语）*C. fuchsianum* Gamble in Ann. Roy. Bot. Gard. Calc. 7. 1986；Hsueh in Bamb. Res. 2（2）：44. 1983。产盈江及勐海布朗山，生于海拔1200～2000m的常绿阔叶林内。印度至喜马拉雅东部地区有分布。本区分布腾冲古永、福贡珠明林，海拔1400～1700m。

（4）针麻竹（腾冲）马厄（傈僳语）、阿玉尺（怒语）、乌（泸水景颇语）*C. scandens* Hsueh et Hui in Acta Phytotax. Sin. 35（6）：562～565，1997。本种营养体为藤本状，主枝一枚，常极发达，可代替主干呈攀援状生长，节间长可达120cm。表面粗糙，紫红色大型头状花序，生于常绿阔叶林内，海拔2150m。

2.3 方竹属（*Chimonobambusa* Makino）

（5）缅甸方竹　刺竹（俗名）、马促玉（傈僳语）*Ch. armata*（Gamble）Hsueh et Yi in Jorn. Bamb. Res. 2（1）. 1983。产福贡、贡山、泸水、腾冲。生于海拔1500～2000m。

（6）云南方竹　刺竹（俗名）*Ch. yunnanensis* Hsueh et W. P. Zhang in Journ. Bamb. Res. 7（1）：f. 3. 1988。产保山、腾冲。

2.4 香竹属（*Chimonocalamus* Hsueh et Yi）

（7）山香竹 *Ch. montanus* Hsueh et Yi in Acta. Bot. Yunnan. 1(2)～2(1)，1979。产保山至腾冲高黎贡山，海拔1740m。

（8）流苏香竹 *Ch. fimbriatus* Hsueh et Yi in Acta. Bot. Yunnan. 1(2)～2(1)，1979。云南珍稀特有竹种，其节间空腔内含淡黄色芳香油脂，也是优质笋用竹。产腾冲、龙陵、昌宁，海拔1500～1800m。

2.5 牡竹属（*Dendrocalamus* Ness）

（9）福贡龙竹　马刮（傈僳语）*D. fugongensis* Hsueh et D. Z. Li in Journ. Bamb. Res. 7（4）：9. 1978。产福贡、维西，生于海拔1200～1800m的山坡河谷。

（10）龙竹　大毛竹（俗名）、马跨（傈僳语）、Maibo（傣语）、拉架（怒语）*D. giganteus* Munro in Tran. Linn. Soc. 26：150. 1868。泸水县六库镇赖茂及上江、保山市坝湾栽培。原产缅甸，栽培几乎遍布亚热带和热带国家。云南省滇西、滇南均广植。

（11）江竹　野竹（新平）、野龙竹（怒江）、马刮见（傈僳语）、瓦见（怒语）*D.*

pachycladus D. Z. Li in For. Sci. China. 1999（1）。产泸水蔡家坝，海拔 1500m；同地赖茂河，海拔 950m，南坝河，海拔 1000m。本种在滇西至滇南分布较广。

（12）巴氏龙竹 *D. parishii* Munro in Trans. Linn. So. 26：149. 1868。产福贡，海拔 1300m。

（13）西藏龙竹 阿禄（傈僳语）、麦瓦（怒语）*D. tibeticus* Hsue et Yi。产滇西至滇西北。分布于泸水县片马。

2.6 箭竹属（*Fargesia* Franch）

（14）尖削箭竹 实心竹（维西）、斯达（维西傈僳语）、马九匹（贡山傈僳语）、马四（福贡傈僳语）*Fargesia acutiontracta* Yi in Journ. Bamb. Res. 7（3）. 1988。福贡珠明林后山，海拔 2600m。

（15）片马箭竹 *Fargesia albo-cerea* Hsueh et Yi in Journ. Bamb. Res. 7（2）. 1988。经比较分析认为该种与云龙箭竹（*F. papyrifera*）相似，建议归并。

（16）马歌箭竹 马歌（泸水傈僳语）*F. aurita* Hsueh et Hui in Bull. Bot. Res. 18（3）. 1998。泸水县片马吴中后山，海拔 2650m，生于常绿阔叶林带上部。

（17）马亨箭竹 马亨（福贡傈僳语）*F. communis* Yi in Journ. Bamb. Res. 7(2). 1988。产福贡珠明林后山，海拔 2400～2500m。

（18）带鞘箭竹 马赛（泸水傈僳语）*F. contracta* Yi in Journ. Bamb. Res. 7(2). 1988。产泸水、保山，生于海拔 2000～3000m 的常绿阔叶林或冷杉林下。

（19）空心带鞘箭竹 *F. contracta f. evacuata* Yi in Journ. Bomb. Res. 7（2）。模式标本采自泸水县高黎贡山，海拔 2200m。

（20）福贡箭竹 马诗（福贡傈僳语）*F. contracta* var. *f. fugongensis* Hsueh et J. K. Duan in Bull. Bot. Res. 18（3）. 1998。福贡、珠明林后高黎贡山，海拔 2800～3000m。

（21）空心箭竹 空心竹（泸水）、黄竹（保山）、灰竹（云龙）、马过吕（泸水傈僳语）*F. edulis* Hsueh et Yi in Journ. Bamb. Res. 7（2）. 1988。产泸水、云龙、保山，生于海拔 1900～2800m 的栎类、冬青、水红木等组成的常绿阔叶林下。

（22）泸水箭竹 阿吧（福贡傈僳语）*F. lushuiensis* Hsueh et Yi in Journ. Bamb. Res. 7（2）. 1988。福贡县鹿马登，海拔 2000m；泸水县鲁掌，1780m。

（23）怒江箭竹 马诗（福贡），马谢（泸水）*F. nujiangensis* Hsueh et Hui in Bull. Bot. Res. 18（3）. 1998。福贡县碧罗雪山，生长于海拔 2800～3200m 的铁杉林下。泸水县高黎贡山西坡，海拔 2400m，东坡海拔 2600m；同地凤凰山林场，海拔 2780m。

（24）马诗箭竹 马诗（泸水傈僳语）*F. nujiangensis f. hirtinoda* Hsueh et J. S. Wang in bull. Bot. Res. 18（3）. 1998。泸水县片马吴中，海拔 2100m 分布。

（25）矩鞘箭竹 马诗（泸水傈僳语）*F. orbiculata* Yi in Journ. Bamb. Res. 7（2）. 1988。泸水县片马丫口以上，常积雪，海拔 3150m。

（26）粗枝箭竹 *F. pachyclada* Hsueh et Hui in Bull. Bot. Res. 18（3）. 1998。模式标本采自泸水县凤凰山林场 10 林班，海拔 2800m，伴生冷杉、木兰及杜鹃等。

（27）灰秆箭竹 泗麻鲁（怒语）、谷菊（傈僳语）*F. pallens* Hsueh et Hui in

Bull. Bot. Res. 18（3）. 1998。泸水县古潭河至公路山坡，海拔 2000m。

（28）云龙箭竹　实心竹（云龙）*F. papyrifera* Yi Journ. Bamb. Res. 7（2）. 1988。产云龙，生于海拔 2750～3600m，单优纯林或桤木、木兰、石栎、青岗栎林下。

（29）马兹箭竹　马兹比（泸水傈僳语）*F. stricta* Hsueh et Hui in Bull. Bot. Res. 1893。泸水县片马吴中后山，海拔 2200～2300m，生于常绿阔叶林下。

（30）腾冲箭竹　刚竹（腾冲）*F. solida* Yi in Journ. Bamb. Res. 7（2）. 1988。产腾冲，海拔 2300～2500m，常见于溪边阔叶林下。

（31）云南箭竹　昆明实心竹（植物研究）、南糯竹（昌宁）*F. yunnanensis* Hsueh et Yi in Bull. Bot. Res. 5（4）. 1985。本种是箭竹属中栽培最为广泛的一种，笋味鲜美，是食用佳品；秆作旗杆、抬杠、各种家具柄。

2.7　贡山竹属（*Gaoligongshania* D. Z. Li，Hsueh et N. H. Xia）

（32）贡山竹　拉沙（贡山独龙语）、马二（泸水傈僳语）、帽叶竹（腾冲俗名）*G. megathyrsa*（Hand.-Mzt.，）D. Z. Li，Hsueh et N. H. Xia in Acta Bot. Yunnan. 1995。贡山县独龙江拿瓦龙，海拔 2150m；泸水县片马至吴中，海拔 2000m；腾冲县，海拔 1900m。具附生习性，叶大型，产区群众用作帽叶。

2.8　慈竹属（*Neosinocalamus* Keng f.）

（33）慈竹　钓鱼竹（四川）*N. affinis*（Rendle）Keng f. in Journ. Bamb. Res. 2（2）. 13. 1983，*Sinocalamus a.*（Rendle）McClure。广泛分布于海拔 1900m 以下河谷地带，也常是我国西南地区广为栽培的竹种之一。

（34）疙瘩竹　*N. yunnanensis* Hsueh *f.* in Acta Phytotax. Sin. 1997。产腾冲县界头，海拔 1700m。

2.9　刚竹属（*Phyllostachys* Sieb. et Zucc.）

（35）美竹　小金竹（俗名）、马达、佤马诗（均傈僳语）、埋欢（傣语）*Ph. decora* McClure in Journ. Arnold. Abor. 37：182. 1956。本区见于怒江沿岸栽培。

（36）紫竹　黑竹（俗名）、Mai huanglan（傣语）*Ph. nigra* Munro in Trans. Linn. Soc. 26；38. 1868。我国各地广泛引种栽培，常见于公园、庭院和花园等地。

（37）金竹　淡竹、灰金竹、毛金竹（均俗名）、迪支、瓦马乃（均傈僳语）*Ph. nigra* var. *henonis*（Mitf.）Stapf ex Rendle。泸水县片马乡岗房，有的为天然生长状态，海拔 1800～2000m。

2.10　苦竹属（*Pleioblastus* Nakai）

（38）油苦竹 *Pl. oleosus* Wen in Journ. Bamb. Res. 1986。腾冲县界头，海拔 1650m。

2.11　总序竹属（*Racemobambos* Holttum）

（39）印度总序竹　马谷咏（傈僳语）*R. prainii*（Gamble）Keng f. et Wen in

Journ. Bamb. Res. 5（2）：13。腾冲县片古永、泸水县马乡岗房村小江边，海拔 1600m。

2.12 筱竹属（*Thamnocalamus* Munro）

（40）落叶筱竹　落叶竹（腾冲）*Th. tengchongensis* Hsueh et Hui in For. Sci. China. 1999（待刊）。腾冲县胆扎林场，海拔 2530m；云龙县曹涧林场，海拔 2900～3100m。

2.13 玉山竹属（*Yushania* Keng f.）

（41）光亮玉山竹　实心竹（临沧）、实竹（凤庆）、滑竹（景谷）、余列（傈僳语）*Y. levigata* Yi in Journ，Bamb. Res. 5（1）：1986。产凤庆、临沧、景谷、腾冲、昌宁等，生于海拔 2160～3000m 的常绿阔叶林下。

（42）阔叶玉山竹　盈江玉山竹（植物研究）、马撇列、诗珠（傈僳语）*Y. glandulosa* Hsueh et Yi Journ. Bamb. Res.（51）。泸水县片马，海拔 1900～2400m。

（43）山竹　马八地（泸水傈僳语）*Y. elevata f. pianmaensis* Hsueh et R. Y. He。泸水县片马，海拔 2100m，成片散生。

（44）粉竹　*Y. falcatiaurita* Hsueh et Yi in Journ. Bamb. Res. 5（1）. 1985。产腾冲古永，海拔 1710m。

（45）长肩毛玉山竹　实竹（保山）*Y. vigens* Yi in Journ. Bamb. Res. 5（1）. 1986。产保山白花岭。

（46）滑竹　*Y. polytricha* Hsueh et Yi。分布滇中至滇西，是玉山竹属中分布海拔较低的竹种。

3　区系地理特征分析

3.1 种类组成的丰富性

保护区共有竹类植物 13 属约 46 种，其中贡山竹、长肩毛玉山竹、丛竹、山香竹、腾冲玉山竹、落叶筱竹、疙瘩竹、灰秆箭竹、马兹箭竹、腾冲箭竹等 10 种为本区所特有，而箭竹属和玉山竹属的许多种类为横断山脉高山及亚高山地区所特有。除这些特有成分外，还兼有长江流域和华南成分，如灰金竹、油簕竹、孝顺竹、慈竹等；并富有东南亚色彩，如新小竹为南亚次大陆所共有，缅甸方竹、美穗龙竹与缅甸相同；而龙竹、空竹等分布于东南亚各国，是典型的热带亚洲（印度-马来西亚）分布类型。

如此众多、地域性强的竹种集中于本区，这是高黎贡山特定的环境所决定的，其中约 1/3 的种类为本地所特有，这一地区竹种的复杂性是其他地区难于比拟的。

3.2 类群结构的多样性

根据竹类的形态特征，一般可将其分为真花序和假花序两大类型。前者花序典型地具有总梗（花序主轴），与营养枝有明显的不同；总梗在分枝的着生点常可有一枚较为退化的苞片；小穗具柄。而后者则不具延续的主轴，无柄的假小穗着生在营养枝系统的各级轴节上；小穗下方颖片腋内具潜伏芽，根据地下茎形态结构，可将其分为合轴型、

单轴型和复轴型；依据秆的生长习性，又可将其分为丛生和散生两种类型。据此将本区各属竹类划分为10种类群（表1）。

表1　高黎贡山保护区竹亚科类群分析表

<table>
<tr><th colspan="4">类群</th><th>属名</th></tr>
<tr><td rowspan="4">真
花
序</td><td rowspan="2">合
轴
型</td><td>丛
生</td><td>附生性
半攀援性
直立性</td><td>贡山竹属（Gaoligongshania）
筱竹属（Thamnocalamus）
香竹属（Chimonocalamus）</td></tr>
<tr><td colspan="2">散　生</td><td>箭竹属（Fargesia）
玉山竹属（Yushania）</td></tr>
<tr><td colspan="3">单轴型</td><td>（未发现）</td></tr>
<tr><td colspan="3">复轴型</td><td>苦竹属（Pleioblastus）</td></tr>
<tr><td rowspan="4">假
花
序</td><td rowspan="2">合
轴
型</td><td rowspan="2">丛
生</td><td>直
立</td><td>牡竹属（Dendrocalamus）
箣竹属（Bambusa）
慈竹属（Neosinocalamus）</td></tr>
<tr><td>攀援性</td><td>新小竹（Neomicrocalamus）
空竹属（Cephalostachyum）</td></tr>
<tr><td colspan="3">单轴型</td><td>刚竹属（Phyllostachys）</td></tr>
<tr><td colspan="3">复轴型</td><td>方竹属（Chimonobambusa）</td></tr>
</table>

通过对高黎贡山自然保护区竹类类群结构进行分析表明，其类群结构的多样性是世界上少有的，这与本区地形和气候的多样及复杂又有着密切的联系，也从一个侧面体现了该自然保护区的重要地位。

3.3　起源进化的特殊性

本区竹类的另一个特点是古老成分贫乏，在13属46种竹类中，真正属于假花序、合轴型、体型高大的、起源较为古老的成分较少。仅在低海拔地区有牡竹属和礽竹属数种分布。与此相反，起源较晚、具有真花序的散生型高山竹类则异常丰富，这些较进化的种要求热量低，适应能力强，对不良气候与不良环境的抗性强，特别是较进化的箭竹属和玉山竹属不仅种类多，而且数量也多，形成大面积竹林。

从高山竹类个体和群体结构研究表明，云南箭竹属种类约50余种，高黎贡山（包括福贡、贡山）就有20种以上；玉山竹属约20种，高黎贡山已知6种，在与我国接壤的越南、缅甸、印度、不丹等国山区也有高山竹类分布，但就种类和面积都远不及横断山区。可以看出，以横断山脉为中心，高山竹类呈辐射状分布，高黎贡山确为高山竹类分布的核心区之一，由此推断，这一地区有可能是箭竹属、玉山竹属植物的起源中心。

3.4　特有成分的复杂性

在保护区丰富多彩的竹类中，尤为有趣的是针麻竹和贡山竹。

针麻竹营养体为典型的藤本状，其秆表面粗糙，主枝1枚，常极发达，可代替主干攀援生长；节间长可达120cm，表面粗糙；箨片直立，与箨鞘相连处无关节，这些特征区别于属内各种。空竹属竹类一般节间表面光滑，竹箨也常光滑，具箨耳，或鞘口两肩

隧毛发达，箨片外翻。本种在这些特征上与空竹属原有种类区别较大，却与篾笋竹属（*Schizostachyum*）近似，其鲜艳的紫红色头状花序等特征为竹亚科所罕见；其竹材纤维较好，是当地传统的制麻和精细纺织原料，在造纸工业上也具有较高的开发价值。因此确系一珍贵稀有竹种，建议列为国家重点保护植物。

贡山竹为一次性发生的有限花序；灌木状竹类，叶片大型，叶耳镰刀状。每节分枝单一且与主秆近等粗，秆箨宿存而与箬竹属接近；但其地下茎为合轴型，秆丛生，也可附生于树上，花序大型，小穗线形，柱头3枚而与箬竹属不同，也较该属原始。

在外形上，特别是在营养体阶段，本属与单枝竹属很相似，因两者均为合轴型地下茎，秆丛生，灌木状竹，分枝单一，叶片大型，箨耳及叶耳均显著，但后者为续次性发生的无限花序。

在分布区和生境上，贡山竹也与上述类群有明显的间断和差别。贡山竹在云南西北怒江（萨尔温江）流域与独龙江（伊洛瓦底江）流域的分水岭——高黎贡山海拔1600～2200m的中山常绿阔叶林内，箬竹属分布在我国东南部及西南部地区东部（不到滇西）、长江流域海拔1000m以下的低山或丘陵地带，属中国-日本植物区系成分，单枝竹属也为华南珠江流域及海南岛海拔500m以下地带或南亚热带山地和河谷地区，属印度-马来成分。

4　保护发展对策

4.1　切实保护天然竹林、保护生态环境是首要任务

保护区的竹类资源是本区森林生态系统不可分割的一部分，由于人类的活动和干预，植被的破坏，自然状态下的一些竹种正面临严重的威胁，如山香竹、粉竹、贡山竹、新小竹等本区特有竹种群数量极其有限，且分布地域极为狭窄。生态系统的平衡十分脆弱，保护不好将有灭绝的可能性，在阔叶林内生长的空心箭竹、带鞘箭竹、云南方竹等竹类植物与上层乔木密切相依，形成了独特的森林生态系统，在调节局部气候、保护地表的水肥、防止水土流失方面起到了积极作用。

有的地方，随着森林的砍伐，竹类也消失了，导致了恶性循环，自然灾害加重。高山竹类如云龙箭竹、空心箭竹等对国家一类保护动物羚牛的繁衍起着不可忽视的作用。山顶及林间硝塘周围分布的箭竹林是羚牛的天然庇护所，又是羚牛的一大食物来源，高黎贡山丰富的竹类资源为各种野生动物提供了食物来源和栖息环境。保护好竹类资源是整个保护工作的一个重要环节。

4.2　珍稀濒特种质资源引种保存是当务之急

高黎贡山自然保护区保存着许多珍稀特有竹种种质资源，其中急需采取切实措施加以保护发展的是针麻竹和贡山竹。

在世界竹亚科分类系统研究中，针麻竹具有大型紫红色头状花序的特性和贡山竹具有典型的附生习性和巨型叶片（最长达50cm）的特点均极为奇特。20世纪90年代开始出现零星开花，后遍及各分布区，开花后普遍死亡，至1998年6月调查中，已很难找到存活植株。只有部分枯死植株下零星长出幼苗，但在自然条件下成活率很低，必须

采用移植办法进行迁地保护。

目前已引种部分幼苗栽植于中国1999昆明世界园艺博览会竹园，但因路程遥远，生境变化较大，成活较差。因此应在保护区内建立专门地点，在相近的生境条件下进行引种保存，并进行系统研究。

4.3 科学适度利用、促进保护发展是辅助措施

自然保护区应在保护的前提下有计划、有选择地合理利用竹类资源，从而发挥其经济价值。在低海拔、热量充沛地区可营造大型丛生笋用、材用竹，如勃氏甜竹、龙竹等。其次，对天然竹林的改造着眼点应放在竹林面积较广的云南方竹（笋用）和空心箭竹（篾用及造纸）上。根据所选竹种的生物学特性，采取伐老留嫩、采小留大的原则进行适时适量的间伐和采笋，只要经营管理得当，不但获得了经济效益，而且对竹林也起到了抑制老化促进生长的作用。培养观赏竹种，以适应庭院绿化的需要，并以腾冲传统方法培植“倒栽竹”盆景。另结合旅游业开发，可引进工匠，发展民族竹工艺品，促进社区发展。

竹类资源的开发利用在边远不发达地区仍处于原始利用阶段，随着我国生产水平的不断提高，对原料的要求将波及这些地方，高黎贡山自然保护区也将面临新技术革命中竹资源集约化工业生产的参与，如何处理好保护与利用的关系，取决于维护森林生态系统平衡原则下的科学经营管理手段。

主要参考文献

辉朝茂等. 1997. 中国滇西地区竹亚科一珍稀新种. 植物分类学报，35(6)

辉朝茂等. 1992. 中国竹亚科梨藤竹属研究. 植物分类学报，30(2)

辉朝茂等. 1998. 中国横断山区竹亚科箭竹属新分类群. 植物研究，18(3)

辉朝茂等. 1996. 怒江竹类. 北京：中国农业科学技术出版社

薛纪如等. 1995. 高黎贡山国家自然保护区. 北京：中国林业出版社

耿伯介，王正平等. 1996. 中国植物志 9(1). 北京：科学出版社

易同培. 1987. 中国箭竹属的研究. 竹子研究汇刊，7(2)

A Study of Bamboo Resources and its Protection and Development Countermersures in the Gaoligong Mountains Nature Reserve, China

DU Xiao-hong[1] HUI Chao-mao[2] XUE Jia-rong[2] YANG Yu-ming

(1 The Station of Aerial Forest Protection of Baoshan. Yunnan 678100)

(2 Southwest Forestry University. Kunming. 650224 China)

Abstracts A systematical discussion and analysis has been made on bamboo germplasm resources and floristic geographical traits of 46 species belonged to 13 genera dis-

tributed in the Gaoligong Mountains Nature Reserve of the western Yunnan, China. It is advised that reasonable protection of natural bamboo forest and ecological environment be a primary task, and *ex. situ.* protection of rare and endangered bamboo species be an urgent priority, and scientific and rational utilization be an auxiliary measure.

Key words Gaoligong Mountains Nature Reserve, Bamboo, Floristic elements, Protection and development measure

Aralia lihengliana J. Wen, L. Deng&X. Shi, a New Species of Araliaceae from China *

WEN Jun[1] DENG Li-lan[2] SHI Xiao-chun[3]

(1 Department of Botany, Field Museum of Natural History, 1400 S. Lake Shore Dr., Chicago, IL 60605, U. S. A.)

(2 Department of Forestry, Southwest Forestry College, Kunming, Yunnan, China.)

(3 Gaoligong Mountains National Nature Reserve Bureau, Baoshan, Yunnan, China.)

Abstract *Aralia lihengliana* J. Wen, L. Deng & X. Shi is Described from southwestern China. It is a member of *Aralia* sect. *Pentapanax* (Seem.) J. Wen and an apparent close relative of the Himalayan *A. gigantean* J. Wen. Both species have sparsely serrate leaflet margins and racemose inflorescence units, but the new taxon is unique in the genus in bearing 3～4 or rarely 5-locular ovaries whereas other species of *Aralia* mostly have 5-locular ovaries.

Key words *Aralia*, *Aralia lihengliana*, *Aralia* sect. *Pentapanax*, Araliaceae, China.

A recent pedition to Gaoligong Mountains and nearby regions, and further examination of specimens collected in Yunnan province of southwestern Chian, have led to the discovery of a new species belonging to *Aralia* L. sect. *Pentapanax* (Seem.) J. Wen, bringing the total number in the section. The new taxon described here appears to be closely related to *A. gigantean* J. Wen from the eastern Himalayan region (Bhutan, Nepal, eastern India, and Tibet). Earlier collections were previously misidentified as *Pentapanax racemosus* Seem. (= *Aralia gigantea*; HOC et al. 1978, FENG et al. 1979, SHANG 1985), which share several characters with our new species, including sparsely serrate leaflet margin and racemose inflorescence units. Our new taxon differs, however, by its 3～4 rarely 5-(vs. 5) locular ovaries, styles that are connate to the middle point (vs. disenct), bracteoles that are lanceolate (vs. triangula) and smaller (0.7～1.2 vs. 1～1.8mm long at anthes), and ovoid-globose (vs. globose) fruits. Most species of *Aralia* have ovaries with 5 (rarely ranging to 12) locules (WEN 1993). Our new species thus unique in having the lowest number of locules in the genus.

Aralia lihengliana J. Wen, L. Deng & X. Shi, sp. nov. Frutex epipytica. Folia(3～)5(～7)foliolata, glabra; foliola chartaceous ovata, (9～21)cm×(5～13)cm, apice acuta vel acuminata, bastrotundata vel subcordata, raro cuneata, margine remot-serrata. Inflorescentia terminalis, leviter pilosa; flores racemosi, pedicellis 1～1.5

* 本文2002年发表于法国植物学刊物 ADANSONIA,24(2):217～220。

longis; bracteola lanceolata, 0. 7～1. 2mm longis; ovarium 3～4 raro 5 loculare. Fructus eliploidea, (3～4)mm×(2. 2～3)mm, stylis comnatis usque ad medium.

Typus. Ven et al. 6515, China, Yunnan Prov. , Tengcong Xian, Jaitou Xiang, Datang Village, near the source of Lunshuihe, at the border between the Gaoligongshan National Nature Preserve and orivare forests, riverside moist area in evergreen forest, epiphytic on a *Litsea* tree, 2300m, 24 June 2002 fr. (holo-, F!; iso- KUN!, PE!, SWFC!).

Epiphytic mrubs. Branches with conspicuous elliptic lenticeis. Leaves exstipuate, (25～55) cm × (16～32) cm, with (3～) 5 (～7) leaflets, petioles glabrous, 9～17cm long; leaflets chartaceous, ovate, (9～21)cm×(5～13)cm, apex acute to acuminate, base rounded to subcordate to rarely acute, margins sparsely serrate, lateral veins 8～10 pairs, conspicuous on both sides, blades glabrous on both surfaces; petiolules glabrous, those of the two lower leaflets of the pinna with an inconspicuous articulation below the leaflet blade, those of the lateral leaflets 0. 1～1. 5cm long, those of the terminal leaflets 3. 5～7cm long. Inflorescences terminal at the branch apex, pilose, primary branches 10～16, with a main axis 6～15cm long; scales of the reproductive buds shiny brown, narrowly triangular, (1. 5～2. 2)cm×(0. 8～1)cm; primary branches 18～35cm long, with 15～30 secondary branches; secondary branches 4～7cm long, racemosely arranged on primary branches, secondary bracts lanceolate, 2～3. 5mm long. Flowers in a raceme, each secondary inflorescence branch bearing 15～30 white flowers, pedicels pilose, 1～1. 5mm long at anthesis, bracteoles lanceolate, 0. 7～1. 2mm long at anthesis. Sepals triangular, 0. 25～0. 3mm long. Petals ovate, 1～1. 3mm long. Stamens 5, 1. 5～1. 8mm long. Ovary 3～ (or sometimes 4～to rarely 5～) locular, base of the style enlarged, forming a conical stylopodium-like structure; styles divided to the midpoint. Fruits ovoid-globose, (3～4) mm × (2. 2～3) mm, with recurved persistent styles. Fig. 1.

Etymology. The species epithet honors Professor Li Heng at Kunming Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, who is a leading authority of the Gaoligongshan flora and who has been an inspiration to many young botanists.

Phenology. Flowering in late May and June; fruiting in June.

Distribution. Western, southwestern to southern Yunnan, China.

Ecology. In evergreen to warm temperate forests; 1700～2650m.

PARATYPES. CHINA. ***Yunnan Prov.***: *Peng & Bai* 990, Jingdong, Man Wan, Xingchun, 2080m, 4 July 1993, fl. (KUN); *Wu* 9135, Jingdong, Xiao-huang-chaoba, 2500m, 13 May 1963, fl. (KUN, 2 sheets); *China-Soviet Union Exped. Team* 1565, Jingping Xian, Yünping Xiang, Yanshijiao, 17 May 1956, bud (KUN, PE); *Luchun Exped. Team* 804, Luchun, at the border of Luchun and Yuanyang, 1700～1800m, 13 May 1974, fl. (KUN, 2 sheets); *Yü* 16326, Shunning, Wenkuankai,

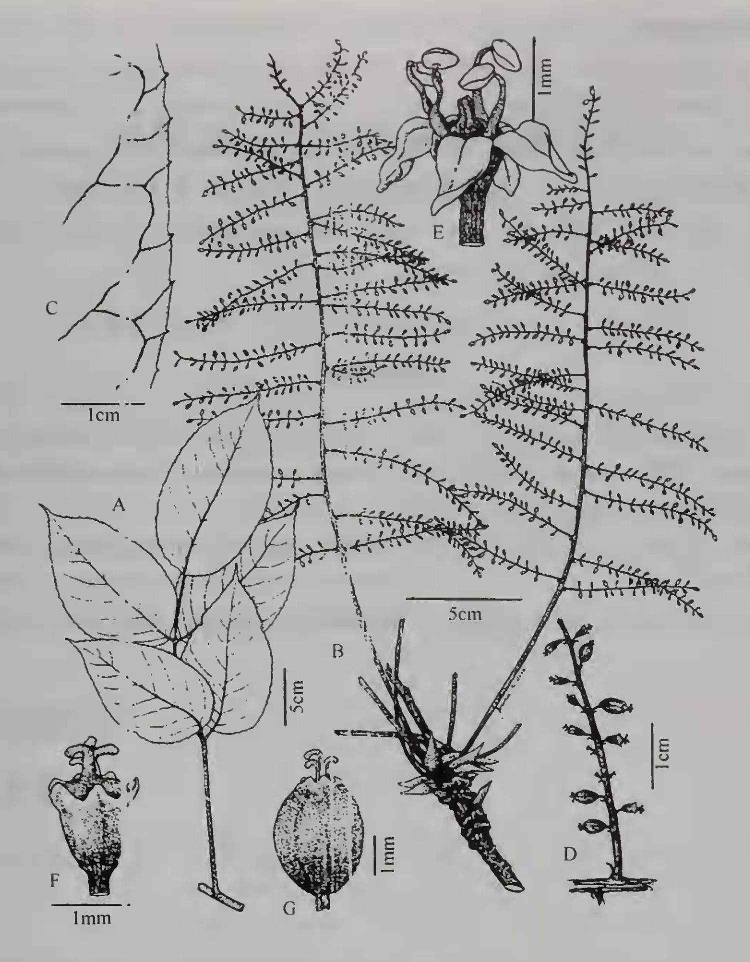


Fig. 1 *Aralia lihengliana* J. Wen, L. Deng & X. Shi

A: Branch with a leaf; B: Flowering branch; C: Close-up of leaflet margin; D: Close-up of in orescence branch; E: Open flower after shedding of corolla; G: Fruit with 3 persistent styles

2100m, in forest, 17 June 1938 (KUN, 2 sheets, PE 2 sheets); *Yü* 16375, Shunning, Huaiyaopu, 2100m, 19 June 1938, fl. (KUN, 3 sheets, PE, 2 sheets); *Wen et al.* 6519, Tergong Xian, Jaitou Xiang, Datang Village, Shijiapingzhi, 2000m, in riverside evergreen forest, epiphytic on a *Lithocarpus* tree 24 June 2002, fl. (F, KUN, SWFC); *Northwest Yunnan Yangtze River Exped. Team* 4221, Yangbi Xian 2500m, 2 June 1963, fl. (KUN, 2 sheets); 1985, *Sino-Amer. Bot. Exped.* 589, W side of Diancang Shan mountain range, vicinity of Dajiuping, broad-leaved evergreen fagaceous forest, 2500～2600m, 25°50′N, 99°59′E, tree 10m tall, fl. Greenish white, in fl. costered at branch apex, 30 June 1984 (BM, MO, 2 sheets); *Yü* 16894, Zhengkang (Chengkang), Hsiaoaifang, 2550m, in forest, 22 July 1938, fl. (KUN 2 sheets, PE, 2 sheets).

Acknowledgements This study was supported by a grant from the National Science Foundation (DEB 0108536) to J. Wen. The illustration was kindly provided by Zorica Dabich. Field work to Gaoligong Mountains was conducted as a collaborative effort among scientists at the Field Museum, the Gaoligong Mountains National Nature Preserve, and Southwest Forest College of China. We thank the curators of BM, F, KUN, MO, PE, and SWFC for permitting the examination of their specimens, and Dr. Porter P. Lowry for advice.

References

Feng K M, Li Y R 1979. Flora Yunnanica. Vol. 2. in: Wu C Y et al. Beijing: Science Press, 414~415

Hoo G, Tseng G J. 1978. Angiospermae, Dicotyledoneae, Araliaceae. Flora Reipublicae Popularis Sinicae. Vol. 54. Beijing: Science Press

Shang C B. 1985. Araliaceae: Silva Sinica. Vol. 2. in: Cheng W C et al. Beijing: Chinese Forestry Press 1720~1823

Wen J. 1993. Generic delimitation of *Aralia* L. (Araliaceae). Brittonia, 45: 47~55

高黎贡山杜鹃属植物资源保护及合理利用策略*

赵晓东　施晓春

（云南高黎贡山国家级自然保护区保山管理局，云南　保山　678000）

摘　要　高黎贡山是中国杜鹃花植物十分丰富的地区之一，全世界有杜鹃属（*Rhododendron*）植物 800～900 种，中国约有 650 种，而高黎贡山就有 140 种及变种，成为高黎贡山种子植物最大的属，其中高黎贡山特有种（及变种）就达 41 种。无论从种群密度或特有种的丰富度等方面分析，高黎贡山都是杜鹃属植物的主要分化中心。因此，保护和合理利用高黎贡山杜鹃属植物资源已成为保护高黎贡山生物多样性的核心内容之一，本文拟就如何加强这一宝贵资源的保护及合理利用进行探讨。

关键词　杜鹃属植物资源，保护，合理利用，高黎贡山

1　自然地理情况

1.1　地理位置

高黎贡山地区指横断山系两侧怒江和伊洛瓦底江之间一列南北走向的山脉，位于北纬 24°40′～28°30′，行政区划隶属中国云南省保山市隆阳区、腾冲县、龙陵县、怒江州贡山县、福贡县、泸水县和缅甸的克钦邦，在地质构造上指古南大陆掸邦-马来亚板块的北段，系华南板块和扬子板块两大板块之间的中间板块，是冈瓦那古陆的一部分。中新世以来，由于印度板块与青藏板块的碰撞，使得高黎贡山强烈隆起，最高峰为嘎娃嘎普峰，海拔 5128m，最低海拔为东坡的怒江河谷 650m，相对高差达 4478m。由于特殊的地史和独特的生态环境，这一地域成为具有国际意义的生物资源和生物多样性关键地区之一，是地学和生物学研究的热点。

1.2　气候

由于受印度洋暖湿气流的影响，高黎贡山干湿季分明，气温年较差小，日较差大，气候要素垂直变化十分明显，从河谷到山顶依次出现亚热带、温带、寒温带、寒带 4 个垂直气候带，气温东坡比西坡高，降雨量西坡较东坡丰富，湿度西坡大于东坡。迎风坡（西坡）年降雨量高达 3600mm。

1.3　土壤

高黎贡山在山地垂直带上依次分布着燥红土、红壤、黄壤、黄棕壤、棕壤、暗棕

---

* 本文 2004 年发表于《中国生物多样性保护与研究进展》，北京：气象出版社，205～215。

壤、亚高山草甸土以及石灰土、紫色土非地带性土壤。

2　高黎贡山杜鹃属植物研究历史

由于交通不便、经济落后、工作条件艰苦，高黎贡山在生物多样性研究方面一直是一个薄弱地区。19世纪中叶，英国人Nilsjohan Anderson（1868年和1875年）两次率队从缅甸进入高黎贡山采集过动物标本。植物标本采集始于19世纪末20世纪初，从一开始杜鹃属植物的采集和研究就是考察的重点，英国人George Forrest（1904～1932年，先后7次）、奥地利人Reginald Farrer（1914年）、美国人J. F. Rock（1922年）、英国人Frank Kingdon-Ward（1922年，1937年）先后到高黎贡山采集种苗和标本。有关标本分别收藏在欧美的标本馆内，其中英国爱丁堡植物园最多。例如，George Forrest 1904年由英国来到云南，长驻在高黎贡山西坡的腾冲县城达28年之久，最后死于一次考察途中，被安葬在来凤山森林公园内。他先后组织了7次大规模考察，采集到3万多份植物标本，为爱丁堡植物园引种了1000多种活植物，其中有250多种杜鹃花，对这座位于苏格兰首府的皇家植物园成为世界杜鹃花研究中心起了很大作用。如今，大树杜鹃（*Rhododendron protistum* var. *giganteum*）、宽钟杜鹃（*R. beesianum*）、腺房杜鹃（*R. adenogynum*）等许多George Forrest当年引自高黎贡山的杜鹃花，已在爱丁堡植物园的杨格分园中生活了80多年。将紫背杜鹃（*R. forrestii*）命名为福雷斯特杜鹃正是表彰他在植物学尤其是杜鹃花科研究领域中的重要贡献。

国内对高黎贡山植物研究开始于20世纪30年代，杜鹃属植物一直都是重要的研究内容之一，植物学家俞德浚、蔡希陶、王启无等先后到高黎贡山地区进行植物考察和采集活动，冯国楣在腾冲、贡山等地进行过植物考察；20世纪50年代以来昆明植物研究所、西南林学院的毛品一、尹文清、陈介、武素功、陶德定、李生堂、邓白福、林芹、赵嘉治等先后到高黎贡山地区进行植物考察或采集植物标本；1981～1983年，中国科学院青藏考察队及横断山考察队进行了高黎贡山（北段）植物植被考察；1995年以来，中国科学院昆明植物研究所李恒等与高黎贡山国家级自然保护区保山管理局、怒江管理局的科技人员一起，1996年与英国植物学家合作，1997年和1998年与英国、美国、澳大利亚植物学家合作，先后在保山百花岭、腾冲高黎贡山西坡、泸水、福贡、贡山等地进行了8次考察，新采集植物标本近20000号，出版了专著《高黎贡山植物》。

3　高黎贡山杜鹃属植物资源状况

通过系统分析整理以往的考察资料，高黎贡山地区已知种子植物2门210科1086属4303种及变种，其中杜鹃花科植物9属187种及变种，而杜鹃属植物就达140种（及变种），成为高黎贡山种子植物最大的属（表1）。在434个高黎贡山特有植物中，杜鹃属植物占41个（包括变种），分属5个亚属，以较原始的常绿杜鹃亚属和杜鹃亚属居多。无论从种群密度，还是从特有种的丰富度分析，高黎贡山都是杜鹃属的主要分化中心，也就成了杜鹃花科植物重要的模式标本产地之一。据统计，有69个种及变种的杜鹃花科植物的模式标本采自高黎贡山地区。

表 1　高黎贡山杜鹃属植物名录

编号	中文名	拉丁名	海拔/m	植被类型
1	光柱迷人杜鹃	*Rhododendron agastum* var. *pennivenium*	2400～3300	中山湿性常绿阔叶林；山顶苔藓矮林；冷杉林
2	滇西桃叶杜鹃	*Rhododendron annae*	2100～3100	中山湿性常绿阔叶林；山顶苔藓矮林
3	团花杜鹃	*Rhododendron anthosphaerum*	2000～3500	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
4	宿鳞杜鹃	*Rhododendron aperantum*	3600～4300	高山灌丛与草甸
5	瘤枝杜鹃	*Rhododendron asperulum*	1400	季风常绿阔叶林
6	窄叶杜鹃	*Rhododendron araiophyllum*	2000～3400	中山湿性常绿阔叶林；山顶苔藓矮林；冷杉林
7	夺目杜鹃	*Rhododendron arizelum*	2600～4200	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
8	毛萼杜鹃	*Rhododendron bainbridgeanum*	3300～3900	高山灌丛与草甸
9	宽钟杜鹃	*Rhododendron beesianum*	2400～4500	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
10	碧江杜鹃	*Rhododendron bijiangense*	2900	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
11	矮柱杜鹃	*Rhododendron brachyanthum*	3000～3650	山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
12	绿柱杜鹃	*Rhododendron brachyanthum* var. *hypolepidotm*	3100～3900	山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
13	美被杜鹃	*Rhododendron calostrotum*	3400～4600	高山灌丛与草甸
14	变光杜鹃	*Rhododendron calvescens*	2600～4200	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
15	卵叶杜鹃	*Rhododendron callimorphum*	3100～4000	山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
16	白花卵叶杜鹃	*Rhododendron callimorphumm* var. *myiagrum*	3000	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
17	弯柱杜鹃	*Rhododendron campylogynum*	3000～3900	山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
18	美丽弯果杜鹃	*Rhododendron campylogynum* var. *caloxanhum*	3000～4200	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
19	毛喉杜鹃	*Rhododendron cephalanthum*	3600～4400	高山灌丛与草甸
20	绢毛杜鹃	*Rhododendron chaetomallum*	3100～4500	冷杉林；高山灌丛与草甸
21	毛背云雾杜鹃	*Rhododendron chamaethomsonii*	3300～4350	高山灌丛与草甸
22	雅容杜鹃	*Rhododendron charitopes*	3000～3800	山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
23	纯黄杜鹃	*Rhododendron chrysodoron*	2600～2800	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
24	香花白杜鹃	*Rhododendron ciliipes*	2500～3300	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林
25	橙黄杜鹃	*Rhododendron citriniflorum*	3900～4500	高山灌丛与草甸
26	美艳杜鹃	*Rhododendron citriniflorum* var. *horaeum*	3600～4500	高山灌丛与草甸
27	锈红杜鹃	*Rhododendron complexum*	3000～4100	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；高山灌丛与草甸
28	革叶杜鹃	*Rhododendron coriaceum*	1950～2300	中山湿性常绿阔叶林
29	光蕊杜鹃	*Rhododendron coryanum*	2900～3600	山顶苔藓矮林；高山灌丛与草甸
30	长粗毛杜鹃	*Rhododendron crinigerum*	2800～3900	山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
31	腺背长粗毛杜鹃	*Rhododendron crinigerum* var. *euadenium*	2800～3900	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸

续表

编号	中文名	拉丁名	海拔/m	植被类型
32	大白花杜鹃	*Rhododendron decorum*	2430～2550	中山湿性常绿阔叶林
33	高尚杜鹃	*Rhododendron decorum* var. *diaprepes*	1700～3300	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林
34	马缨花	*Rhododendron delavayi*	1200～3200	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
35	狭叶马缨花	*Rhododendron delavayi* var. *peramoenum*	1200～3200	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
36	附生杜鹃	*Rhododendron dendricola*	1350～1900	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林
37	可喜杜鹃	*Rhododendron dichroanthum* var. *apodectum*	2600～3600	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
38	杯萼两色杜鹃	*Rhododendron dichroanthum* var. *scyphocalyx*	2900～3900	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
39	腺梗两色杜鹃	*Rhododendron dichroanthum* var. *septentrionale*	3000～4200	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
40	长萼杜鹃	*Rhododendron diphrocalyx*	3000～3300	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林
41	杂色杜鹃	*Rhododendron eclecteum*	2500～4200	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
42	长柄杂色杜鹃	*Rhododendron eclecteum* var. *bellatulum*	2600～3800	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
43	泡泡叶杜鹃	*Rhododendron edgeworthii*	2900～3300	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林
44	滇西杜鹃	*Rhododendron euchroum*	3050～3300	山顶苔藓矮林；冷杉林
45	华丽杜鹃	*Rhododendron eudoxum*	3300～4200	高山灌丛与草甸
46	白毛华丽杜鹃	*Rhododendron eudoxum* var. *mesopolium*	3900～4200	高山灌丛与草甸
47	绵毛房杜鹃	*Rhododendron facetum*	2100～3300	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林
48	侧乳黄杜鹃	*Rhododendron fictolacteum*	2950～4100	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
49	淡黄杜鹃	*Rhododendron flavoflorum*	2700	铁杉针阔混交林
50	翅柄杜鹃	*Rhododendron fletcherianum*	3450	高山灌丛与草甸
51	绵毛杜鹃	*Rhododendron floccigerum*	2300～3500	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
52	紫背杜鹃	*Rhododendron forrestii*	3300～4100	高山灌丛与草甸
53	镰果杜鹃	*Rhododendron fulvum*	3000～3300	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林
54	灰白杜鹃	*Rhododendron genestierianum*	2400～3700	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
55	粘毛杜鹃	*Rhododendron glischrum*	2800～3600	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
56	贡山杜鹃	*Rhododendron gongshanense*	2100～2400	中山湿性常绿阔叶林
57	朱红杜鹃	*Rhododendron griersonianum*	1680～2700	中山湿性常绿阔叶林
58	粗毛杜鹃	*Rhododendron habrotrichum*	3000	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
59	亮鳞杜鹃	*Rhododendron heliolepis*	3650～4150	冷杉林；高山灌丛与草甸

续表

编号	中文名	拉丁名	海拔/m	植被类型
60	毛冠亮鳞杜鹃	*Rhododendron heliolepis* var. *oporinum*	3400	高山灌丛与草甸
61	凸脉杜鹃	*Rhododendron hirsutipetiolatum*	3400	冷杉林；高山灌丛与草甸
62	粉果杜鹃	*Rhododendron hylaeum*	2500～3450	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
63	独龙江杜鹃	*Rhododendron keleticum*	3000～3880	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
64	星毛杜鹃	*Rhododendron kyawi*	1600～2700	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林
65	侧花杜鹃	*Rhododendron lateriflorum*	2700～3400	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林
66	常绿糙毛杜鹃	*Rhododendron lepidostylum*	3050～3650	山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
67	腺鳞杜鹃	*Rhododendron lepidotum*	3000～4000	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
68	薄叶马银花	*Rhododendron leptothrium*	1700～2950	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
69	蜡叶杜鹃	*Rhododendron lukiangense*	1850～2200	中山湿性常绿阔叶林
70	厚叶隐脉杜鹃	*Rhododendron maddenii*	2600～3200	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
71	羊毛杜鹃	*Rhododendron mallotum*	3000～3600	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
72	少花杜鹃	*Rhododendron martinianum*	3000～3700	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
73	红萼杜鹃	*Rhododendron meddianum*	2620～3700	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
74	腺房红萼杜鹃	*Rhododendron meddianum* var. *atrokermesinum*	3000～3300	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林
75	大萼杜鹃	*Rhododendron megacalyx*	2300～2700	中山湿性常绿阔叶林
76	招展杜鹃	*Rhododendron megeratum*	2500～3600	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
77	弯月杜鹃	*Rhododendron mekongense*	3000～3800	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
78	异鳞杜鹃	*Rhododendron micromeres*	2400～3150	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
79	亮毛杜鹃	*Rhododendron microphyton*	1300～2300	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林
80	一枝花杜鹃	*Rhododendron monanthum*	2000～3600	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
81	墨脱杜鹃	*Rhododendron montroseanum*	1950～2300	中山湿性常绿阔叶林
82	丝线吊芙蓉	*Rhododendron moulmainense*	1060～2700	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林
83	火红杜鹃	*Rhododendron neriiflorum*	2400～3600	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
84	腺房火红杜鹃	*Rhododendron neriiflorum* var. *phaedropum*	2100～3050	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
85	山育杜鹃	*Rhododendron oreotrephes*	2100～3700	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸

续表

编号	中文名	拉丁名	海拔/m	植被类型
86	云上杜鹃	*Rhododendron pachypodum*	2800～3100	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
87	杯萼杜鹃	*Rhododendron pocophorum*	3600～4500	高山灌丛与草甸
88	腺梗杯萼杜鹃	*Rhododendron pocophorum* var. *hemidartum*	3300～4200	高山灌丛与草甸
89	魁斗杜鹃	*Rhododendron praestans*	3100～3900	冷杉林；高山灌丛与草甸
90	复毛杜鹃	*Rhododendron preptum*	3200～3300	冷杉林
91	樱草杜鹃	*Rhododendron primulaeflorum*	2900～4100	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
92	翘首杜鹃	*Rhododendron protistum*	1560～2500	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林
93	大树杜鹃	*Rhododendron protistum* var. *giganteum*	2500～3300	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
94	褐叶杜鹃	*Rhododendron pseudociliipes*	2400～3050	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
95	菱形叶杜鹃	*Rhododendron rhombifolium*	1800～1900	中山湿性常绿阔叶林
96	红晕杜鹃	*Rhododendron roseatum*	2000～3000	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
97	兜尖卷叶杜鹃	*Rhododendron roxieanum* var. *cucullatum*	3500～4300	高山灌丛与草甸
98	红棕杜鹃	*Rhododendron rubiginosum*	2500～3300	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林
99	红粗毛杜鹃	*Rhododendron rude*	2400	中山湿性常绿阔叶林
100	多色杜鹃	*Rhododendron rupicolum*	2800～4200	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
101	金黄杜鹃	*Rhododendron rupicolum* var. *chryseum*	2900～4200	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
102	怒江杜鹃	*Rhododendron saluenense*	3000～4000	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
103	平卧怒江杜鹃	*Rhododendron saluenense* var. *prostratum*	3300～4800	高山灌丛与草甸
104	血红杜鹃	*Rhododendron sanguineum*	2800～4200	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
105	淡色血红杜鹃	*Rhododendron sanguineum* var. *cloiophorum*	3300～3900	高山灌丛与草甸
106	黄红血杜鹃	*Rhododendron sanguineum* var. *didymoides*	3700～4500	高山灌丛与草甸
107	黑红血红杜鹃	*Rhododendron sanguineum* var. *didymium*	3250～4200	高山灌丛与草甸
108	紫红血红杜鹃	*Rhododendron sanguineum* var. *haemaleum*	3000～4200	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
109	糙叶杜鹃	*Rhododendron scabrifolium*	2000～2600	中山湿性常绿阔叶林
110	裂萼杜鹃	*Rhododendron schistocalyx*	3000～3300	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林
111	黄花泡叶杜鹃	*Rhododendron seinghkuense*	2200～3500	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
112	多变杜鹃	*Rhododendron selense*	3200～4350	冷杉林；高山灌丛与草甸
113	刚毛杜鹃	*Rhododendron setiferum*	3000～4200	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
114	银灰杜鹃	*Rhododendron sidereum*	2300～2600	中山湿性常绿阔叶林

续表

编号	中文名	拉丁名	海拔/m	植被类型
115	杜鹃	*Rhododendron simsii*	1000～2600	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林
116	凸尖杜鹃	*Rhododendron sinogrande*	2500～3600	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
117	大果杜鹃	*Rhododendron sinonuttallii*	1200～2800	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
118	纯红杜鹃	*Rhododendron sperabile*	2600～3050	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
119	糠秕杜鹃	*Rhododendron sperabiloides*	2600～3900	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
120	爆仗花	*Rhododendron spinuliferum*	1900～2500	中山湿性常绿阔叶林
121	长蒴杜鹃	*Rhododendron stenaulum*	1700～2300	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林
122	多趣杜鹃	*Rhododendron stewartianum*	3000～4200	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
123	硫黄杜鹃	*Rhododendron sulphureum*	3000	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
124	白喇叭杜鹃	*Rhododendron taggianum*	1800～2300	中山湿性常绿阔叶林
125	光柱杜鹃	*Rhododendron tanastylum*	1600～3300	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林
126	薄皮杜鹃	*Rhododendron taronense*	1250～1600	季风常绿阔叶林
127	滇藏杜鹃	*Rhododendron temenium*	3000～4350	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
128	粉红滇藏杜鹃	*Rhododendron temenium* var. *dealbatum*	3600～4200	高山灌丛与草甸
129	黄花滇藏杜鹃	*Rhododendron temenium* var. *gilvum*	3600～4500	高山灌丛与草甸
130	灰背杜鹃	*Rhododendron tephropeplum*	2500～2800	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
131	糙毛杜鹃	*Rhododendron trichocladum*	200～3200	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
132	越桔杜鹃	*Rhododendron vaccinioides*	2100～3100	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
133	毛柄杜鹃	*Rhododendron valentinianum*	2400～3000	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
134	泡毛杜鹃	*Rhododendron vesiculiferum*	2500～3000	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
135	柳条杜鹃	*Rhododendron virgatum*	1600～3150	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
136	少毛柳条杜鹃	*Rhododendron virgatum* var. *glabriflorum*	2000	中山湿性常绿阔叶林
137	黄杯杜鹃	*Rhododendron wardii*	3000～4450	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
138	鲜黄杜鹃	*Rhododendron xanthostephanum*	1500～2700	季风常绿阔叶林；中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林
139	云南杜鹃	*Rhododendron yunnanense*	2200～4000	中山湿性常绿阔叶林；铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸
140	白面杜鹃	*Rhododendron zaleucum*	2800～3400	铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林；冷杉林；高山灌丛与草甸

3.1 杜鹃属植物垂直分布状况

高黎贡山植被垂直带谱十分明显，从河谷到山顶依次分布着干热河谷稀树灌木草丛（海拔 1000m 以下）、季风常绿阔叶林（海拔 1000～1800m）、中山湿性常绿阔叶林（1800～2600m）、铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林（2600～3100m）、苍山冷杉杜鹃箭竹林（3100～3400m）、高山灌丛与草甸（3400～4500m）等植被类型。通过对表 1 的分析得出，高黎贡山杜鹃属植物主要分布在海拔 1000～4500m，在各植被类型的分布为（许多种跨越几个植被类型）：①季风常绿阔叶林中分布有杜鹃属植物 15 种及变种，占杜鹃属植物总数的 10.7%；②中山湿性常绿阔叶林中有 54 种及变种，占杜鹃属植物总数的 38.6%；③铁杉针阔混交林或山顶苔藓矮林中有 89 种及变种，占杜鹃属植物总数的 63.6%；④苍山冷杉杜鹃箭竹林中有 69 种及变种，占杜鹃属植物总数的 49.3%；⑤高山灌丛与草甸中有 77 种及变种，占杜鹃属植物总数的 55%。

3.2 杜鹃属植物特点

在杜鹃属植物中，既有矮小灌木，仅有几十厘米高，也有高大乔木，树高达 30 多米；既有附生、伴生、林下的种类，也有形成纯林或建群树种的种类，还有的呈垫状灌丛，覆盖在高山地带，花开时节灿若云霞；花朵大小差异明显，有的花小如纽扣，也有的花大如碗；花色有红、紫、白、黄等；花期由 11 月至次年 8 月，几乎四季不断。是优质的野生种质资源。

4 保护与利用现状

4.1 保护现状

高黎贡山南段（保山、腾冲、泸水三县辖区内）于 1983 年经云南省人民政府批准建立省级自然保护区，总面积 124 459hm^2，1986 年经国务院批准列为国家级自然保护区，2000 年经联合国教科文组织批准列为世界生物圈保护区。海拔 1800～2000m 以上划入保护区严格保护。高黎贡山北段（福贡、贡山两县）于 1986 年经云南省人民政府批准建立怒江自然保护区，总面积 281 090hm^2，海拔 2500m 以上基本划入保护区管理。2000 年，经国务院批准，将怒江自然保护区纳入高黎贡山国家级自然保护区统一管理，使得高黎贡山国家级自然保护区总面积达 405 549hm^2，成为云南省最大的自然保护区。杜鹃属植物一般分布在海拔 2500～4500m，因此，高黎贡山杜鹃属植物大部分都已纳入自然保护区，进行保护管理，维持它们的自然原始生态环境。但也有一部分种类由于生长在中低海拔地带，由于没有纳入保护区管理，而被开垦和采樵。因此，这一部分的抢救性保护刻不容缓。

4.2 利用现状

到目前为止，由于杜鹃属植物主要生长在高海拔的深山密林中，多未被国人所识，或遍布山野而不被重视，仅被视作野花而已。加之我们对杜鹃属的研究和合理利用开展较少，人们更多的是赞美西洋杜鹃的艳丽多姿，殊不知在西洋杜鹃雍容大方的细胞里，

蕴藏的是来自中国杜鹃的基因。如在 1999 年世界园艺博览会上，一盆来自比利时的新品种杜鹃被命名为“昆明”，它的根源就在云南。

当地各族人民对杜鹃属植物的传统利用方式较多，其一，作为民间植物药，如民间常采摘杜鹃叶或花，冲烂后敷在患处，用以治疗皮炎、癣疮等症，有奇效；其二，有些种类是食花植物，如大白花杜鹃（*R. decorum* Fr.）、锈叶杜鹃（*R. siderophyllum* Fr.）等，当花开时采摘鲜花，投入沸水锅中煮熟，再投入冷水中浸泡漂洗数次，除去苦涩味，即可作蔬菜炒食，清香可口，别有风味；其三，制作工艺品或生产工具，杜鹃属中乔木种类木材粗大，心材与边材区别不明显，刨削光滑，加工容易，可镟制成各种工艺品或生产工具，如木碗、木盘、木盆等。

5 保护与合理利用策略

综上所述，高黎贡山杜鹃属植物的采集和研究历史迄今已有百余年，但多为分类和区系研究，生境监测和栽培利用研究较少。国外对高黎贡山杜鹃属植物研究起步早，已积累了较丰富的资料。而国内研究起步晚，资料少，特别是迁地保护、栽培利用的资料更少。如今，杜鹃花已成为云南的八大名花之一，又是世界著名的园林花卉，名列盆栽花卉之首。高黎贡山丰富的杜鹃花卉资源是人类不可多得的自然财富，应加强保护措施和加大科研力度，使得这一宝贵资源得到有效管理和合理利用。

（1）在杜鹃属植物分类和植物地理区系研究的基础上，加大对高黎贡山杜鹃属 41 个特有种（及变种）的研究和监测。因为这些种类是真正的珍稀濒危的物种，只有摸清这些物种的自然分布与环境的关系、繁衍更新状况、物候期、开花结实特性及人工繁殖技术，才可能进行迁地保护和引种驯化，使这些宝贵的基因资源不致灭绝。

（2）在高黎贡山保护区南端的小地方建立珍稀特有植物园及种质资源收集圃。把高黎贡山珍稀特有植物，重点是杜鹃属植物就近移植到收集圃中，进行引种驯化和人工栽培技术研究。需要争取国家立项支持，纳入重点物种保护工程，主管部门加大投入，加强技术人才引进，加大技术交流与合作。当前要做好立项规划及可行性报告。

（3）与国内技术力量雄厚的科研院所或大专院校合作，加大高黎贡山杜鹃属植物的高新技术开发及应用研究力度。从种质资源收集、杂交育种、人工快繁、商品花卉开发等方面突破，充分利用高黎贡山杜鹃属植物种类多样性、花色丰富性、花期长等特点，培育出具有中国自主知识产权的杜鹃花新品种，为云南，乃至中国的花卉产业发展做出应有的贡献。

（4）加强国际交流与合作。高黎贡山杜鹃属植物在欧美特别是英国有很长的研究与栽培历史，近几年来，随着我国对外开放，这些国家的科研人员又重返高黎贡山开展合作研究，这是加强国际合作与交流的最好机遇，我们应抓住机遇，发挥优势，加强学习和引进人才技术，推进保护和科学研究的步伐。

（5）运用保护生物学理论，开展高黎贡山杜鹃属植物的保护生物学研究。针对高黎贡山植被类型丰富多样、森林群落结构复杂等特点，研究和监测不同杜鹃种类在不同森林群落中的地位、作用及功能；针对保护区周边生境的破坏、片段化和退化，探索杜鹃属植物的保护与发展的途径，特别是加大对小种群问题的关注和研究。这将是一个长期而艰巨的工作，也是不容回避的现实问题，建议把高黎贡山杜鹃属植物的监测与研究纳

入国家重点物种监测体系工程中立项支持。

（6）加大对野生杜鹃种质资源保护与合理利用的法制建设，依法鼓励对种质资源的保护力度和合理开发利用，打击破坏种质资源的行为。特别是乱挖乱采、破坏生境及其他不合理利用资源的行为，提高对杜鹃属野生植物资源的保护重要性的认识和保护级别，吸取兰科植物保护与利用的教训。鉴于杜鹃花科植物很少被列入国家濒危物种保护名录，建议应将中国特有及地区特有种纳入国家重点濒危物种保护名录。

主要参考文献

刀志灵，郭辉军. 1999. 高黎贡山地区杜鹃花科特有植物. 云南植物研究（增刊 XI）：16～23

刀志灵，郭辉军. 1999. 高黎贡山地区杜鹃花科植物多样性及可持续利用. 云南植物研究（增刊 XI）：24～34

冯国楣. 1988. 中国杜鹃花（第二册）. 北京：科学出版社. 1～282

冯国楣. 1988. 中国杜鹃花（第一册）. 北京：科学出版社. 1～250

李恒，郭辉军，刀志灵. 2000. 高黎贡山植物. 北京：科学出版社. 812～842

吴征镒. 1993. 云南生物多样性学术讨论会论文集. 昆明：云南科学技术出版社. 25～30

徐志辉. 1998. 怒江自然保护区. 昆明：云南美术出版社

薛纪如. 1995. 高黎贡山国家自然保护区. 北京：中国林业出版社

薛纪如，姜汉侨. 1986. 云南森林. 昆明：云南科学技术出版社. 8～15

云南植被编写组. 1987. 云南植被. 北京：科学出版社. 12～21

张茂钦. 1998. 云南珍稀濒危树种生态生物学研究. 昆明：云南大学出版社

赵晓东. 1999. 试论高黎贡山国家级自然保护区的持续发展. 林业经济，(1)：71～75

Richard B P. 1996. 保护生物学概论. 祁承经译. 长沙：湖南科学技术出版社. 1～243

The Conserving Tactics and Rational Use of *Rhododendron* Resources in the Gaoligong Mountains

ZHAO Xiao-dong　SHI Xiao-chun

（The Gaoligong Mountains Nature Reserve Administrative Bureau，Baoshan，Yunnan 678000）

Abstract　The gaoligong Mountains is characterized by rich Ericaceae species in China. About 800～900 species of *Rhododendron* plants appear in the world，about 650 species in China. In the Gaoligong Mountains there are 140 species（including 41 endemic species）of *Rhododendron*，which is the largest generun of seed plants in the Gaoligong Mountains. The Gaoligong Mountains has been recognized as the diversity center of *Rhododendron* plants. So，how to protect efficiently *Rhododendron* resources become one of key issues of biodiversity conservation in the Gaoligong Mountains. In this paper，we discuss the relationship between the conservation and rational use.

Key words　Conservation，Gaoligong Mountains，Rational use，*Rhododendron* plant resources

高黎贡山自然保护区药用植物考察*

石天才[1]　熊汝泰[2]

（1 西南林学院林业系，650224）

（2 云南艺术学院卫生科，昆明　650031）

摘　要　本文揭示了高黎贡山国家自然保护区独具特色的中亚热带森林生态系统中药用植物资源的特点：种类的多样性、垂直分布的成层性和零散性。对保护区药用植物的保护和开发利用做了探索。

关键词　自然保护区，药用植物，考察

云南西部边陲的高黎贡山属国家自然保护区，山川雄伟壮丽，生物资源蕴藏丰富，保存了我国西南部最完整典型的中亚热带森林生态系统和遗传源，是一座生机勃勃的天然植物园和药物资源宝库，可供医疗保健使用的药用植物潜力巨大。由于近年药业经营混乱，滥挖乱采，致使药材资源损失日趋严重。为了全面了解本区药用植物种类、分布、保护利用现状，更好地做到保护与生产、科研、教学结合，充分发挥其生态、经济、社会三大效益，笔者对本区药用植物资源进行了考察。

1　保护区药用植物特点

高黎贡山自然保护区丰富的药用植物资源渊源于特殊的地理气候条件。本区属横断山脉的南延部分，位于东经98°34′～98°50′，北纬24°55′～26°09′。地跨怒江、保山两州市的泸水、保山、腾冲境内11个区50余个乡；北起怒江州泸水县听命湖；东至保山市芒宽、坝湾一带；西抵腾冲自治乡、大塘乡；南达保山、腾冲交界地；东西宽约9km，南北长约135km，总面积为123 900hm^2，其中泸水县占42 882hm^2，保山市占38 646hm^2，腾冲县占42 372hm^2，本区地质构造和地形地貌复杂，山体在怒江、龙川江、恩梅开江等水系强烈切割下，形成了山高谷深、山川并列、群峰叠嶂的大峡谷区。地势北高南低，呈南北走向梯级下降，最高点泸水县握那落山海拔3916.7m，最低处保山市芒宽乡昆崩河，海拔1090m，相对高差2826.7m，山势陡峻，平均坡度为35°以上。本区处于低纬度高海拔地带，造就了土壤种类、气温变化、植物分布的明显垂直带谱。

据高黎贡山东西坡11个气象观测点的观测，高黎贡山西坡两侧坡面降水量随海拔高度递增，在同一海拔高度上，西坡迎风面全年降水量及雨季降水量比东坡多，而干季降水则相反；气温则随海拔高度增高而递减，从最低河谷到最高山顶，海拔每升高100m，气温下降0.5～0.7℃，东坡背风面全年气温较西坡高，河谷地带更干燥炎热，

* 本文1994年发表于《西南林学院学报》，14(1)：13～21。

还产生焚风现象，这一复杂的地理气候，出现了各种不同的药用植物分布并呈现以下特点。

1.1 垂直分布的成层性

在海拔 1500m 以下的低热区，气温较高，冬季不受寒流影响，年降雨量达 1200mm 左右，>10℃的活动积温 7800℃，土壤为山地红壤、赤红壤，植被主要为季风常绿阔叶林，药用植物的代表种有砂仁、胡椒、诃子、何首乌、香附子、蔓京子、补骨脂等。海拔 1500～2500m 的中暖区年平均气温－1.3～3.5℃，>10℃活动积温 3300～5300℃，广泛分布的主要树木为云南松、华山松纯林或松栎及其他阔叶树种，呈斑块状混生林，土壤以森林黄壤、黄红壤为主，野生和栽培的药材代表种有潞党参、白术、生地、山药、牡丹、吴茱萸、龙胆草、紫丹参等。2500～3000m 的温凉区，>10℃积温 1600～3300℃，气候温凉阴湿，年均温 12℃，最高气温 22℃，极端最低温约－5℃，土壤多为山地黄棕壤或棕色森林土。植被为常绿阔叶林、华山松林、铁杉林等。分布的药用植物代表种有云黄连、尖贝母、珠子参、羽叶三七、马兜铃、草血竭等。海拔 3000m 以上的高寒区年均温 10℃左右，极端最高温约 20℃，极端最低温－8℃，土壤为棕壤和高山灌丛草甸土，自然植被以冷杉、箭竹、高山杜鹃、湿性禾本科草类为主，这一带分布的药用植物主要有大黄、牛尾独活、羌活、红景天、重楼等。这种寒、温、热地区药用植物兼包并蓄，垂直成层分布，各层独具特色的特点，为其他药用植物区所少见。

1.2 药用植物种类的多样性

由于未曾遭受第四纪冰川的影响，保护区自然条件优越，成了许多古老孑遗物种的“避难所”，因此，植物资源异常丰富。据不完全统计，仅高等植物就有 2000 多种，其中药用植物有 1200 多种，不仅有热带、亚热带地区的药材和温带、寒带地区的药材，而且还保存了我国和世界稀有的植物药材，如列为国家一级保护植物的桫椤（*Cyathea spinulosa* Wall.），以茎入药，有祛风湿、强筋骨功效。二级保护植物贡山厚朴（*Magnolia rostrata* W. W. Smith.），以树皮入药，具温中理气、化湿导滞功效。列为省级保护植物的大花八角（*Illicium macranthum* A. C. Smith.），叶果均含芳香油，有生肌、接骨、治疮之功效。冲天子（*Millettia pachycarpa* Benth.），种子入药，为著名杀虫剂等。

1.3 药物产地的零散性

本区药用植物资源的自然分布多与森林类型及植被覆盖率高低密切相关，凡森林过度采伐、破坏严重的地区，药用植物数量也随之减少；而林木保存较好的地区，药用植物的种类、数量都相对要多。这种药物产地零散性，潜伏着资源不雄厚的脆弱性，缺少较强的抵御超度采挖的承受力，需制定相应的对策。

2 保护区药用植物资源概况

本区不但有丰富的传统中药、民间民族药，而且还蕴藏有大量的新药源，是开发利

用和引种栽培药用植物的理想基地。

2.1 传统中药

茯苓［*Poria cocos*（Schw）Wolf.］，为多孔菌科真菌，以菌核入药，含茯苓酸、乙酰茯苓酸等成分，寄生于松树根部。在保护区产于1500～2600m的松林山地，南北段均有分布，已引为家种，有较大的产量，产品药用历史悠久，汉代《神农本草经》列为上品，是防治疾病及保健的要药。

云黄连（*Coptis teetoides* C. Y. Cneng.），为毛茛科植物，以根茎入药，含小檗碱、黄连碱、甲基黄连碱、掌叶防已碱、非洲防已碱等成分，具广泛的抗菌作用和降血糖、抗心律失常、降低血清胆固醇等药理作用。野生于保护区2500～3000m的阴湿林下。云黄连开发利用较早，中华人民共和国成立前就从腾冲经缅甸发往上海、香港销售。云南省采用传统技术和现代加工工艺生产的云黄连，具肉厚色鲜、形态完整等特点，已成为誉满中外的走俏商品。

半夏［*Pinellia ternata*（Thunb.）Breit.］，为天南星科半夏属植物，以块茎入药，含挥发油、少量脂肪。生于海拔1900m山地。

珠子参［*Panax japonicus* var. *major*（Burk.）C. Y. Wu et Feng. ex C. Chow. et al.］，为五加科人参属植物，以根茎入药，主要含三七皂苷等化学成分。分布于本区2000～2500m山地林下，该药产量少，已有引种栽培。

天麻（*Gastrodia elata* Blume.），为兰科天麻属植物，多年生腐生草木，与密环菌共生，药用地下块茎，含天麻素及香草醇、黏液质、维生素甲样物质，野生于海拔2500m以上山地湿性常绿阔叶林或灌木林下肥沃土壤中，现已人工栽培。

吴茱萸［*Evodia rutaecarpa*（Juss.）Benth.］，为芸香科吴茱萸属植物，药用果实，含吴茱萸烯等挥发油成分。多分布于海拔1500m以下温暖地带，以土层深厚、水分充足的向阳地方生长较好。吴茱萸除供药用外，种植于村头地边河岸，既可绿化环境、固土护堤，又是良好的蜜源植物，可增加经济收益。

贝母（*Fritillaria cirrhosa* D. Don.），为百合科贝母属卷叶贝母植物，药用部位为鳞茎，名贵中药。分布于海拔2500～3000m高山草坪及小灌木丛中，较耐寒、喜冷凉、荫蔽、湿润、富含腐殖质的砂质壤土。商品以松贝每50g 240粒，对开瓣不超过20%，以黄贝、油贝、碎贝和贝瓣者为优。现为国内和国际市场紧俏药品，由于采挖的人多，野生贝母逐渐减少，家种大宗商品尚未形成，贝母价格日益昂贵，为此，应加强贝母资源的保护并扩大人工栽培。

2.2 民间民族药

民族药为各兄弟民族用药的总称，《全国民族药普查名录汇编》（第一集）收集了1200个品种，《云南民族药名录》汇集了21个民族的1250种民族药，保护区内民族药也比较丰富。下面列举的是一些在保护区内普遍生长、民间已广泛流传使用、开发利用潜力很大的民族药。

2.2.1 傈僳药

瓦兰张（雪茶）［*Thamnolia vermicularis*（Ach.）Asahina.］，为地茶科植物，药用部分为地衣体，含雪茶酸、片酸、羊角衣酸。分布于海拔 3000m 以上高寒山地。四别棒（伸筋草）（*Lycopodium clavatum* L.），为石松科草本植物，以带根全草入药，含石松碱、棒石松碱、法氏石松碱等成分。保护区 2000m 以上阴坡灌木丛中常见。阿腰况苓（盾叶薯蓣）（*Dioscorea zingiberensis* C H. Wright），为薯蓣科植物，以块根入药，块根含薯蓣皂苷等成分。多生长在 1000m 以下石灰岩热谷地。策败哦（鱼腥草）（*Houttuynia cordata* Thunb.），为三百草科蕺菜植物，药用全草，含挥发油甲基壬酮、鱼腥草素、桂月烯等成分。分布于海拔 2600m 以下草地、沼泽。没连命（草血竭）（*Polygonum paleaceum* Wall.），为蓼科植物，以根及根茎入药，含混合性鞣质等化学成分。分布于海拔 1800～3400m 荒草地。

2.2.2 彝药

事羧（清香木姜子）（*Litsea euosma* W. W. Smith.），为樟科植物，根、叶、果均可入药，全株含芳香油等成分，分布于海拔 1800～2400m 山地。月乌鸡（狭叶岩爬藤）（*Tetrastigma hypoglaucum* Planch.）为葡萄科植物，药用全草，多生长于阴湿林内及山岩上。吸吃基（臭牡丹）（*Clerodendron bungei* Steud.），为马鞭草科植物，以茎、叶入药，含生物碱。分布于海拔 1800m 山坡林下及沟边。光明史性（萱草）（*Hemerocallis fulva* L.），为百合科多年生草本植物，以根入药。分布于山坡、山谷阴湿草地或林下。

2.2.3 拉祜药

出黑拐（飞龙掌血）［*Toddalia asiatica*（L.）Lam.］，为芸香科植物，以根入药，根皮含屈白莱红碱等生物碱，生长于山间沟谷丛林或山坡旁阔叶林中。突希利（滇龙胆）（*Gentiana rigescens* Franch. ex Hemsl.），为龙胆科植物，以根入药。分布于海拔 2100～2500m 山间疏林下。日洒（山稗子）（*Carex baccans* Nees.），为莎草科植物，药用全草和种子。保护区山坡疏林下广为分布。此外，在保护区民间广为流传使用的还有昆明山海棠（彝称：姑妹班）［*Tripterygium hypoglaucum*（Lévl.）Hutch.］，为卫茅科植物，以根入药。从根中分离到二萜成分雷公藤素甲、丙，可增强免疫活性，雷公藤次碱是治疗类风湿性关节炎的有效成分。青羊参（彝称：肉巳勃齐）（*Cynanchum otophyllum* Schneid.），为萝摩科植物，以根入药。分离出青羊参总苷，有抗惊厥作用。保护区山坡杂木林或灌丛中有零星分布。金毛狗脊（傣称：帕弯状）［*Cibotium barometz*（L.）J. Smith.］，为蚌壳蕨科多年生金毛狗蕨植物，以根茎入药，含淀粉（30%左右）、鞣质类成分。分布于 900～2500m 林下阴湿坡地及山脚沟边，虎杖（*Polygonum cuspidatum* Sieb. et Zucc.），为蓼科多年生高大草本植物，以根入药，含游离蒽醌及蒽醌苷等成分，多分布于山坡、溪谷和灌木林中。紫茉莉（傣称：糯外娘），（*Mirabilis jalapa* L.），为紫茉莉科多年生草本植物，以块根入药，根含氨基酸、有机酸及大量淀粉。保护区海拔 1600～2000m 荒坡地均有分布。诃子（别名：诃黎勒、傣

称：骂来）（*Terminalia chebula* Retz.），为使君子科榄仁属植物，落叶乔木，以果实入药，成熟果实有涩肠止泻、敛肺降气作用。幼果为中药西青果，有清热生津解毒、开音等功效。果实含黎勒酸 3.5%，鞣质 32%，脂肪酸 37%，缩没食子酸、单宁酸等化学成分。保护区内多分布于南段海拔 700～1000m 的低热河谷区。生长在半荫蔽潮湿山坡的植株，果大肉厚、坚实、质地好。其木材有虫不蛀、蚁不啃、材质坚硬等优点，可作为建筑用材。诃子是本区独特产品，应迅速采取有效措施将其资源优势转化为经济优势。

2.3 重点引种栽培药

考察中了解到，保护区内的不少药材经营单位均有自己的药材生产区划和生产基地，许多区乡和村的群众都有栽培药材的习惯，有的成了专业户，他们在扩大药源、引种国内外市场需要药物及濒危珍稀药材上获得很大成功。保护区特有和重点引种栽培的药用植物有以下代表种：

凹叶厚朴［*Magnolia biloba*（R. et W.）Cheng.］，为兰科植物，落叶乔木，以树皮入药，凹叶厚朴与厚朴（川朴）（*Magnolia officinalis* Rend. et Wils.）相似，仅叶片先端凹缺成二圆浅裂片。含挥发油约 1%，油中含 β-桉油、结晶性厚朴酚等，此外，尚含木兰箭毒碱等生物碱约 0.07%，皂苷 0.45%，鞣质及微量烟酸。凹叶厚朴喜温暖湿润气候，多分布于海拔 800～2000m 半阴半阳山坡。保护区内还有腾冲厚朴（又称贡山厚朴）（*Magnolia iostrata* W. W. Smith.），初步定为厚朴的新资源。

杜仲（*Eucommia ulmoides* Oliv.）落叶乔木，为单科单种杜仲植物，我国特产，属国家二类保护植物，以树皮入药。含杜仲酸约 20%，及树脂、卫茅醇、氯厚酸、微量生物碱、糖苷、有机酸等化学成分。用途广，疗效显著，是防病治病和保健要药。为解决供需矛盾，生产上采取环状剥皮使树木再生获得成功，提高了产品利用率。

云木香（*Aucklandia lappa* Decne.），为菊科多年生高大草本植物，以根入药，含挥发油 0.3%～3%，木香碱 0.05%，菊糖 18%及甾醇等。挥发油中含有木香内脂、二氢木香内脂、异木香内脂等多种化学成分。云木香原产印度，最先经广州进口，故有“广木香”之称。云南引种栽培较早并获得成功，现为主产区，供应全国并出口。云木香喜凉爽湿润气候，为耐寒冷植物，生于海拔 2704～3300m 山地，在土层疏松肥沃地区生长良好。云木香在腾冲、保山等地试种成功，为扩大种植得到较好收益的药材品种之一。

砂仁（*Amomum villosum* Lour.），姜科豆蔻属草本植物。保山栽培的品种为广东阳春县引入的阳春砂仁，以果实或种子入药，从新鲜茎叶中蒸馏出的砂仁叶油，其功用与果实相同。据分析，砂仁含挥发油量 1.3%～3%，油中主要成分为右旋樟脑龙脑、醋酸龙脑脂、沉香醇、橙花三烯醇等。

川乌（*Aconitum carmichaeli* Debx.），为毛茛科多年生草本植物，以母根供药用，主要化学成分有乌头碱、中乌头碱、苯甲酰乌头胺等。本区 20 世纪 60 年代初即有野生变家种，每公顷产鲜货达 12 600kg，有的与包谷套种，粮药均获较好收成。

随着药用植物在医疗保健中发挥的愈来愈大的作用，为扩大药源，一些农、林供销部门也把野生药材变为家种纳入生产计划，在绿化荒山荒地发展经济作物时有重点地进

行了发展。

2.4 药源植物药

从中药和天然药物中寻找药是一条行之有效的途径，本区有相当数量的药源植物，是开发新药的丰富资源，按药理归类，列举以下一些药物。

2.4.1 抗癌药

据国内和日本东京帝国医科大学对天然抗癌药物的筛选资料，具有较强抗癌活性成分，抑癌率达50%以上的中药及天然药物中，在保护区内生长的有莎草科植物香附子（傣称：芽麻秀母）（*Cyperus rotundus* L.）；抑瘤率72.3%，天南星科植物半夏［*Pinellia ternata*（Thunb.）Br.］，抑癌率61.7%；芭蕉科植物芭蕉（傈僳称：阿资）（*Musa basjoo* Sieb et Zucc），抑癌率88.7%；鸭跖草科植物鸭跖草（*Commelina communis* L.），抑癌率72.2%。近年还从绞股蓝（*Gynostemma pentaphyllum*）中分离出52种与人参皂苷骨架类似的达玛烷型胶股蓝皂苷和人参皂苷 R_{b1}、R_{b3}、Rd、F_2 以及两种原人参三醇等，对多种癌症有防治作用。在对多糖类化合物抗癌活性的研究中发现，猪苓多糖、银耳多糖、香菇多糖等均有抗癌活性物质。还发现伞形科植物当归［*Angelica sinensis*（Oliv.）Diels.］和川芎（*Ligusticum wallichii* Franch.），可直接影响肿瘤细胞代谢或改善瘤灶及周围微循环，使抗瘤药与免疫活性细胞易于深入瘤体。扶正固本方药黄芪［*Astragalus membrranaceus*（Fisch.）］、白芍（*Paeonia lactiflora* Pall.）等，能加强人体免疫功能，增强肌体防御能力，使化疗、放疗增效减毒。还有三尖杉（*Cephalotaxus fortunei* Hook. f.），含有三尖杉脂碱和高三尖杉脂碱，对急性非淋巴性白血病有较好疗效，并已鉴定生产。此外夹竹桃科、苦木科、芸香科等植物均含有抗癌活性物质。这表明，从中药和丰富的天然药物资源中寻找高质量、高疗效的新药源前景广阔。

2.4.2 避孕药

天然药物中，避孕药源潜力很大，继中期妊娠引产药天花粉蛋白质的发现和运用之后，发现芸香科植物九里香［*Murraya paniculata*（L.）Jacks.］根中的新生物碱月橘烯碱，菊科植物毛梗豨莶（*Siegesbeckia glabrescens* Makino）、卫茅科植物雷公藤（*Tripterygium wilfordii*）中的雷公藤内酯醇、雷公藤次碱等，均有抗早孕作用，并在临床上取得较好效果。随着研究的深入，还会在保护区药源植物中发现更多有效非甾体避孕药物。

2.4.3 保健药

保健药即具有协调阴阳、补脾益胃、扶正祛邪、预防疾病、增强体质功能的保健药物。保护区内外野生和栽培的主要有调节神经系统的补益药，如木兰科的木质藤本植物猩红花五味子［*Schisandra rubriflora*（Fr.）Rend. et Wils.］，含有五味子酚、木脂素丙素，具抗衰老功效。五加科植物刺五加［*Acanthopanax senticosus*（Rupr. et Maxim.）Harms］和糙叶五加［*A. henryi*（Oliv.）Harms.］等，其根中分离出的鹅掌秋苷［2(s), 6(s)-liriodendrin 的苷］，有促性腺、抗疲劳、抗应激、增强适应性和防止记

忆衰退等活性。调节内分泌系统功能药，如三七（*Panax pseudoginseng* Wall.），含多种皂苷类以及人参炔醇、单糖、双糖、三聚糖、多糖氨基酸等成分。竹节参（*Panax japonicum* C. A. Mey.），含粗皂苷约 23.6%，从中分离得竹节人参皂苷Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ，此外，尚含挥发油 0.016%。珠子参［*P. japonicus* var. *major*（Burk.）C. Y. Wu et Feng. Ex C. Chow. et al.］，主要含三七皂苷、挥发油、糖类。蝶形花科植物补骨脂（*Psoralea corylifolia* L.），含挥发油、补骨脂素、异补骨脂素，有补肾壮阳之功。伞形科植物当归［*Angelica sinensis*（Oliv.）Diels］含有棠本内酯等多种化学成分，有补血活血、调经止痛功效。调节代谢作用药，如豆科植物黄芪［*Astragalus membranaceus*（Fisch.）Bge.］，含有黄芪多糖等成分，为葡萄糖与阿拉伯糖的多聚体，相对分子质量在 20 000 以上。多孔菌科的灵芝［*Ganoderma lucidum*（Leyss.）Karst］（真菌），子实体孢子人药，有滋补、健脑、强壮、消炎等功效。玄参科植物生地［*Rehmannia glutinosa*（Gaertn.）Libosch.］，茎根入药，鲜生地泻火、凉血、生津，熟地滋阴补血等。

3 药用植物的保护与利用

针对本区药物资源保护和利用现状，根据系统科学理论和方法，对本区药用植物资源的保护与开发利用提出以下粗浅认识。

3.1 用系统工程方法理论管药

针对人和自然关系中的诸多矛盾，要使药物资源与开发利用形成良性循环，协调稳定发展，首先要依靠法律、行政、经济、教育等综合措施来实现。

3.1.1 以法护药

对待药材资源的方针应该是保护，为了利用，必须保护。国家重点保护的一、二、三类药材，应遵照国务院已颁布的《野生药材资源保护条例》及一系列有关文件，加以有效保护。各级政府、林业、药材经营部门，应深入广大农村、林区，向群众做政策和科学知识的宣传教育，通过电视、录像、幻灯、图片、实物展览、广播、报刊、报告会等多种形式，把爱国、爱资源、维护生态平衡与珍惜中药资源这一中华瑰宝紧紧结合，以增强其资源保护意识，懂得保护国产资源人人有责，自觉与浪费和破坏药材资源行为作斗争是每个公民必须履行的义务和权利。

3.1.2 强化管理

加强保护区管理系统，对各级管理站和专、兼职管理队伍给予人、财、物的有力支持，并强化其职能，实行干部任期目标责任制，分工包片，签订责任书，以资源兴衰共荣辱，把保护发展药物资源作为本职考核工作实绩的一个重要内容。乡村干部包本乡、本村，党员包家庭、四邻，责任具体落实到基层，做到国家、集体、个人三者利益兼顾，责、权、利统一。

3.1.3 实行特殊政策

保护区属于贫困山区，技术落后，经济贫困，长期靠以天然原料药物在市场出售和

出口，越穷越采、越采越穷的恶性循环造成了资源优势的不断丧失和生态平衡的严重破坏，许多珍稀、紧缺药材如云黄连、尖贝母、珠子参、石槲等品种锐减，有的品种濒危绝迹。因此，对保护区必须重点扶贫，增强造血机能，鼓励工、商、医药界利用资金、设备、专业技术、科技人员来保护区支援林业和保护区管理部门直接从事传统医药、新药的保护和开发利用研究。对种植者给予积极扶持，优惠贷款，还要研究药材产区的对外开放和科技合作，给外资以一定优惠，在投产初期低税或免税等，鼓励投资兴建厂、场、所，推广新技术，增强保护区药材保护及开发利用的活力和能力。

3.1.4 做好总体规划管理

在保护区根据资源有效利用、优化配置的原则，定出资源保护重点、具体目标、任务要求，统筹兼顾，在不同生态小区，结合药用植物资源种类、需求情况，因地制宜做好总体规划设计，划出核心区、缓冲区、过渡区及区乡保护利用网络，在药物分布密集、连片、面积较大的地段，采取封山育药，人工培育，野生转家种，建立稳固药材生产基地。野生药材的采集应有全面规划，做到分期分批轮采轮育，保护繁育与采集利用结合，确保药物资源永续开发利用。

3.2 依靠科技兴药

3.2.1 按自然规律把好采育关

植物药是以有生命体为媒介的能量转换物质，应根据生物资源的再生性特性、保护区自然地理地域性特点、资源状况，分门别类地进行药用植物生长发育规律、利用方式及强度等研究。如木本药材，生长周期比较长，应重点研究速生、高产、优质问题；药用部位是树皮的，如厚朴、黄柏、杜仲等，应研究剥皮技术，取轮剥法延长其剥皮年龄，使生长量大于利用量；根、茎、枝入药的药材，研究其合理的种植密度，通过修剪和萌发，综合利用，来提高单位面积产量。采树干、树脂入药的，应研究适时采收，分面采割；果实、种子及叶类药材，重点研究其生长发育中有效成分含量的最佳采收期，叶类药材还应根据常绿或落叶植物的不同习性及生物量适时采摘，草本及附生或寄生药材，应研究其寄主植物与附生、寄生植物的关系问题；栽培药材如当归的早期抽薹、引种栽培方面的高产模式化栽培、优良药材品种选育、优化配方施肥及药材产量、质量的关系问题等均应列项研究。

3.2.2 进行民族药的研究

保护区各兄弟民族长期以来防治疾病、保健、繁衍，疗效确切的民族药，虽经许多老药工、药师、药农、老科学家、医生们大力发掘、整理、研究，使之摧残之后再现芳华，但由于不少记载民族药的资料多次遭劫丧失，有的民族老医生在药学遗产尚未来得及整理就已辞世，而丰富的民族药宝库又十分浩大，为使这株药园里的奇花大放新丽光彩，今后的任务应该发掘整理民族药，组织力量攻关作为科研重点之一，在资源清查、基原鉴定、成分分析等方面做出成果。

3.2.3　从中草药中寻找攻克艾滋病的新药

据世界卫生组织有关材料报道，现在世界上感染艾滋病（AIDS）的人已上千万，其中包括儿童100万人，而目前的药物治疗最好的AZT（叠氮胸苷）仅显示出能使患者生命延长一段时间，且毒性大，付费高。面对日益猖獗的艾滋病病魔，西药束手无策。美籍华医张庆才（音译）却靠传统中药在旧金山成功地治疗了300名艾滋病患者。国外一些有丰富经验的学者，也率先应用中医药及针灸治疗艾滋病获得了宝贵的第一手资料。第七届国际艾滋病研讨会议上，正在寻求比AZT药剂攻克艾滋病更有效“神奇弹丸”的科学家和世界主要的艾滋病专家提出，中草药对艾滋病是一种可靠、安全、有效、廉价、易行的防治手段。从中草药中寻求“神奇弹丸”是很有希望的方向。高黎贡山自然保护区靠近中缅边境，中草药资源上千种，云南中医药在国际上也享有盛誉，现在一些药学专家又预见到并着手研究攻克艾滋病新药，发挥其资源及中医药优势，在寻找有效新药的道路上走在前列，这对我国和东南亚友邻国，对世界都有最现实的经济意义和社会意义。

3.2.4　建立保护区高山药用植物园

保腾为历史上“南方丝绸之路”的要冲。腾冲县制药厂和东方红制药厂在利用本地药物资源创制系列医药产品，提高经济、社会效益上已做出了显著成绩，为印度、巴基斯坦、缅甸、泰国等国家和地区开辟更广阔的医药市场。很有必要在保护区选一个有代表性的地段建立药园，可以把它办成一个重点研究野生变家种、资源转换大商品、杂交育种、栽培繁殖、珍稀药材引种试种、新药开发利用的研究基地，成为一个教学、科研、生产结合的生态、经济实体，使科研成果较快地变为生产力，建园经费可采取拨、筹、集等方式解决，即由国家拨款补贴一部分，地方政府、林业、科委自筹一部分，再争取一部分侨胞、外商投资、国际科技合作投资等多渠道，加大投入，尽快促进其实施。

3.2.5　抓好保护区骨干和职工技术培训

保护区的发展靠科技，科技水平的提高靠教育。应在已办保护区专业培训班基础上，分层次地把保护区职工轮流培训一遍，以提高其文化、科技和业务素质，增强其对野生植物资源保护和开发利用的理论知识和能力，使高黎贡山自然保护区的管理、开发更加科学化、规范化、现代化。在药用植物的保护和开发利用上形成自己的特色和优势，立足云南，辐射国内外，为社会主义现代化建设做出新贡献。

致谢　本文承蒙怒江州药材公司、腾冲县药材公司、腾冲县林业局等单位领导和业务工作者大力支持并提供有关保护区部分中草药资料；我院经济林专业部分同学参加部分工作，薛纪如教授给予指导；中医学院曾育麟教授审阅。在此一并致以衷心谢意。

主要参考文献

保山地区行政公署中药资源普查办公室. 1987. 保山地区中药资源普查汇编. 保山报社. 15～149

北京医学院，北京中医学院. 1985. 中草药成分化学. 北京：人民卫生出版社. 71～499
丁景和. 1985. 药用植物学. 上海：科学技术出版社. 57～343
黎光南. 1990. 云南中药志第1卷. 昆明：云南科学技术出版社
云南省林业调查规划院. 1989. 云南自然保护区. 北京：中国林业出版社. 154～166

An Investigation Report on Medicinal Plants in the Gaoligong Mountains Natural Reserve

SHI Tian-cai[1]　XIONG Ru-tai[2]

(1 Forestry Department, Southwest Forestry College, Kunming, 650224)

(2 Yunnan Art College, Kunming, 650031)

Abstract　Several specific characteristics of the medicinal plant resources in the middle of subtropical forest ecosystems in the Gaoligong Mountains National Natural Reserve are revealed in this paper: diversification of medicinal species, stratification and dispersion in the vertical distribution of medicinal plants. The authors also gave some suggestions for the protection, development and utilization of the medicinal plants in this area.

Key words　Natural reserve, Medicinal plants, Investigation

高黎贡山自然保护区珍稀保护植物*

尹 五 元

（西南林学院林业系，昆明 650224）

摘 要 高黎贡山自然保护区拥有珍稀保护植物46种，分为国家级保护植物和省级保护植物两大类。其中国家一级保护植物2种，二级7种，三级12种；省一级保护植物4种，二级12种，三级9种。本文还对自然保护区内珍稀植物的现状、保护措施以及保护意义等进行了探讨。

关键词 高黎贡山，保护区，珍稀植物，保护

随着人类社会的不断发展和人口的不断增加，大自然中较多的物种在尚未被认识、未被充分利用之前就已遭受破坏以至绝灭，盲目地开发利用自然资源造成了不可估量的损失。因此，对保护区现有的珍稀和濒危植物应有所认识并应加强保护。同时还要进一步研究它们的繁殖、更新和生长条件，采取各种有效措施，扩大其分布范围，保护好这些珍贵的物种资源。

1 高黎贡山自然保护区概况

1.1 地理分布

高黎贡山自然保护区位于云南省西部，其地理位置在东经98°34′～98°50′和北纬24°56′～25°09′，包括怒江州的泸水县及保山地区的腾冲、保山县，西与缅甸接壤，东西宽约9km，南北长约135km，总面积为1239km²。

1.2 气候特点

本区气候属印度洋西南季风区。由于地处低纬度高海拔地带，日照充足，热量丰富，夏季温暖多雨，无酷暑；冬季干燥凉爽，无严寒。年平均温度约为15℃，7月份平均气温约为19.5℃，极端最高温度约为31℃。1月份平均气温约为8℃，极端最低温度约为0℃。＞10℃活动积温约为4650℃，是典型的亚热带气候。

1.3 植被的垂直分布

保护区的土壤在气候、母质、地形、地势及生物因子的影响下，呈现有规律的变化。从较低海拔的山麓，随海拔升高、水热条件的变化，相应出现了红壤、黄红壤、黄壤、黄棕壤、棕壤，山顶为灌丛草甸土和裸岩，形成了较完整的亚热带山地土壤垂

---

* 本文1994年发表于《西南林学院学报》，14(1)：6～12。

直带。

高黎贡山自然保护区地形复杂，相对高低悬殊。最高峰握那落峰，海拔 3915.7m，最低点琨崩河，海拔 1090m，相对高差达 2825.7m。生物气候随海拔的升高而变化，从而形成明显的生物气候垂直带谱。

海拔 1100m 以下，为干热河谷稀树灌丛草地；

海拔 1100～1800m，为季风常绿阔叶林；

海拔 1460～2300m，为暖性针叶林；

西坡海拔 1600～2800m、东坡海拔 1800～2800m，为中山湿性常绿阔叶林；

西坡海拔 2800～3000m，为山地苔藓矮林；

东坡海拔 2800～3200m，为温凉性针叶林；

西坡海拔 3000～3500m、东坡海拔 3200～3350m，为寒温性灌丛；

西坡海拔 3200～3600m、东坡海拔 3350～3500m，为寒温性草甸；

海拔 3590m 以上，为流石滩稀疏植被。

2　珍稀植物的基本概念

根据目前植物学各有关学科的发展和对某些植物研究工作的不断深入，笔者认为，珍稀植物应该是我国特有、稀有或科学研究上和经济价值上有着重要意义的濒危、渐危种类；或者由于古老的植物已不适应现实自然环境的变化，有走向衰落或发育不完整现象等，都属于珍稀植物的范围。珍稀植物具体可归纳为濒危、稀有、渐危 3 个类型。濒危的种类是指那些在它们整个分布区的主要部分处于有灭绝危险中的分类单位，这些植物通常稀少，地理分布有很大的局限性，仅仅存在于典型地段和常常出现在有限的、脆弱的生境中。它们有走向绝灭的危险，可能是由于生殖能力很弱、数量减少到快要绝灭的临界水平；或者是它们所要求的特殊生境被破坏，被剧烈地改变或已经退化到不能适宜它们生长；或者由于过度开发、病虫害等其他还不清楚的原因所致。稀有种类是指那些并不是立即有绝灭危险的，我国特有的单型科、单型属成少种属的代表种类，但在它们分布区内只有很少的群体；或者是由于存在于非常有限的地区内，可能很快地消失；或者虽有较大的分布范围但只是零星存在着的种类。渐危种类是指那些因人为的或自然的原因所致，在可以预见的将来，在它们整个分布区的重要部分或整个分布区很可能成为濒危的种类。

3　高黎贡山自然保护区的珍稀植物

通过对现有考察资料的研究和标本鉴定，以及综合过去多年的研究成果，整理出高黎贡山自然保护区的珍稀植物 46 种。

3.1　国家一级保护植物

1　秃杉（*Taiwania flousiana* Gaussen），杉科，台湾杉属，乔木，稀有。分布于腾冲大塘、天台山。生于海拔 1700～2800m 的混交林中。

2　桫椤［*Alsophila spinulosa*（Hook.）Tryou］，桫椤科，桫椤属，乔木，渐危。分布于腾冲大蒿坪，保山百花岭。生于海拔 1500m 沟谷或阴湿的林下。

3.2 国家二级保护植物

3 长蕊木兰 [*Alcimandra cathcartii*（Hook. f. et Thoms.）Dandy]，木兰科，长蕊木兰属，常绿乔木，渐危。分布于腾冲大蒿坪。生于海拔 1600～2500m 的阔叶林中。

4 大树杜鹃 [*Rhododendron protistum* var. *giganteum*（Forrest ex Tagg）Chamberlain]，杜鹃花科，杜鹃花属，常绿大乔木，渐危。分布于腾冲大塘。生于海拔 2700～3300m 的杂木林中。

5 滇桐（*Craigia yunnanensis* W. W. Smith et W. E. Evans），椴树科，滇桐属，乔木，濒危。分布于泸水。生于海拔 1700m 的林中。

6 水青树（*Tetracentron sinense* Oliv.），水青树科，水青树属，落叶乔木，稀有。广泛分布于保护区内。生于海拔 1500～3000m 的常绿阔叶林中。

7 十齿花（*Dipentodon sinicus* Dunn），十齿花科，十齿花属，小乔木，稀有。分布于腾冲大塘。生于海拔 2100m 的山坡疏林中。

8 云南山茶（*Camellia reticulata* Lindl.），山茶科，山茶属，灌木或小乔木，渐危。广泛分布。生于海拔 1830～2750m 的山沟或疏林中。

9 云黄连（*Coptis teeta* Wall.），毛茛科，黄连属，多年生草本，渐危。分布于泸水泡西。生于海拔 2100～2600m 的林下。

3.3 国家三级保护植物

10 领春木（*Euptelea pleiospermua* Hook. f. et Thoms.），领春木科，领春木属，落叶乔木，稀有。分布于泸水姚家坪、保山百花岭。生于海拔 2000～3400m 的沟谷地带。

11 顶果木（*Acrocarpus fraxinifolius* Wight et Arn.），苏木科，顶果木属，落叶大乔木，稀有。分布于泸水鲁掌、保山百花岭。生于海拔 1500m 的林缘、路旁、河边。

12 红花木莲 [*Manglietia insignis*（Wall.）Blume]，木兰科，木莲属，常绿乔木，渐危。分布于泸水片马、腾冲大塘、大蒿坪。生于海拔 1700～2500m 林中。

13 白菊木（*Goohnatia decora* Cabrera），菊科，白菊木属，落叶小乔木，稀有。分布于泸水蔡家坝、保山百花岭。生于海拔 1500m 干燥山地疏林中。

14 贡山厚朴（*Magnolia rostrata* W. W. Smith），木兰科，木兰属，落叶乔木，渐危。分布于泸水片马、腾冲大塘、大蒿坪。生于海拔 2100～2800m 林中。

15 西康玉兰 [*Magnolia wilsonii*（Finent et Gagnep.）Rehd.]，木兰科，木兰属，落叶小乔木，渐危。分布于泸水片马、腾冲大蒿坪、保山百花岭。生于海拔 2600～3500m 的山地森林中。

16 滇楠 [*Phoebe nanmu*（Oliv.）Gamble]，樟科，楠木属，常绿乔木，渐危。分布于泸水蔡家坝。生于海拔 1500m 的林中。

17 红椿（*Toona ciliata* Roem.），楝科，香椿属，落叶乔木，渐危。分布于泸水蔡家坝、保山百花岭。生于海拔 1500m 的沟谷林内或河旁林边。

18　硫黄杜鹃（*Rhododendron sulphurem* Franch.），杜鹃花科，杜鹃花属，灌木，渐危。分布于泸水听命湖。生于海拔 3000m 的岩石上或附生树上。

19　华榛（*Corylus chinensis* Franch.），榛科，榛属，落叶乔木，渐危。分布于泸水泡西。生于海拔 2400～3400m 的沟边、林内、灌丛中。

20　天麻（*Gastrodia elata* Blume.），兰科，天麻属，腐生植物，渐危。分布于保护区上部。生于海拔 2400～2700m 的林下。

21　千果榄仁（*Terminalia myriocarpa* Huerck et M.-A.），使君子科，榄仁树属，常绿大乔木，渐危。分布于泸水蔡家坝。生于海拔 1500m 地带。

3.4　云南省一级保护植物

22　独龙槭（*Acer taronense* Hand.-Mazz.），槭树科，槭树属，落叶乔木。分布于腾冲大塘。生于海拔 2300～3000m 的疏林中。

23　舟柄茶（*Stwartia pteroetiolata* W. C. Cheng），山茶科，舟柄茶属，乔木。分布于保山百花岭。生于海拔 1900～2500m 的林中。

24　瑞丽省沽油（*Staphylea shweliensis* W. W. Smith），省沽油科，省沽油属，乔木或灌木。分布于腾冲大蒿坪。生于海拔 2700m 的丛林中。

25　腾冲柿（*Diospyros forrestii* Anth.），柿树科，柿树属，灌木。分布于腾冲大塘、界头。生于海拔 1500～2100m 的林下。

3.5　云南省二级保护植物

26　毛尖树［*Actinodaphne forrestii*（Allen）Kosterm］，樟科，黄肉楠属，乔木。分布于腾冲天台山。生于海拔 1000～1900m 的灌丛或混交林中。

27　滇西紫树［*Nyssa shweliensis*（W. W. Smith）Airy-Shaw］，紫树科，紫树属，乔木。分布于腾冲大塘、泸水片马等地。生于海拔 1600～1850m 的河边杂木林中。

28　新樟［*Neocinnamomum delavayi*（Lec.）H. Liou］，樟科，新樟属，常绿灌木或小乔木。主要分布于高黎贡山东坡。生于海拔 1500m 的灌丛中。

29　紫椿［*Toona microcarpa*（C. DC.）Harms］，楝科，香椿属，乔木。分布于泸水蔡家坝。生于海拔 1500～2200m 的阔叶林中。

30　云南红豆杉（*Taxus yunnanensis* Cheng et L. K. Fu），红豆杉科，红豆杉属，常绿乔木。分布于泸水姚家坪、腾冲大塘、界头、保山百花岭。生于海拔 2000～2500m 的杂木林中。

31　光叶拟单性木兰［*Parakmeria nitida*（W. W. Smith）Law］，木兰科，拟单性木兰属，常绿乔木。分布于腾冲大蒿坪、泸水片马。生于海拔 1800～2500m 的阔叶林中。

32　山核桃（*Carya tonkinensis* Lecte.），胡桃科，山核桃属，落叶乔木。分布于泸水姚家坪。生于海拔 1500～2200m 林中。

33　西藏山茉莉［*Huodendron tibeticum*（Anth.）Rehd.］，安息香科，山茉莉属，乔木，分布于泸水泡西、片马。生于海拔 1500～2500m 的山地沟谷林中。

34　深红树萝卜（*Agapetes lacei* Craib），越桔科，树萝卜属，附生常绿灌木。分

布于泸水姚家坪、片马、保山百花岭。生于海拔 1500～1750m 的林中树上或岩石上。

35 滇结香（*Edgeworthia gardneri* Meissn.），瑞香科，结香属，常绿灌木。分布于泸水泡西、腾冲大塘。生于海拔 2000～3000m 的疏林阴湿处。

36 毛管花［*Eriosolena composita*（L. f.）Van Tiegh.］，瑞香科，毛管花属，灌木。分布于泸水蔡家坝。生于海拔 1500～1600m 林中。

37 蝴蝶兰（*Phalaemopsis wilsonii* Rolfe），兰科，蝶兰属，附生草本。生于海拔 1900～2700m 的树上或岩石上。

3.6 云南省三级保护植物

38 大花八角（*Illicium macranthum* A. C. Smith），八角科，八角属，常绿乔木。广泛分布。生于海拔 1800～3000m 的杂木林中。

39 滇西红花荷（*Rhodoleia forrestii* Chun ex Exell），金缕梅科，红花荷属，常绿乔木。分布于泸水蔡家坝、保山百花岭。生于海拔 2300～2800m 的林中。

40 清香木（*Pistacia weinmannifolia* J. Poisson ex Fr.），漆树科，黄连木属，常绿灌木或小乔木。广泛分布。生于海拔 1000～2700m 的疏林或灌丛中。

41 宽瓣含笑（*Michelia doltsopa* Buch.-Ham.），木兰科，含笑属，常绿乔木。分布于泸水姚家坪、片马、腾冲大蒿坪、保山百花岭。生于海拔 1600～2400m 的常绿阔叶林中。

42 冲天子（*Millettia pachycarpa* Benth.），碟形花科，崖豆藤属，攀援灌木。分布于泸水蔡家坝。生于海拔 1600m 的林中。

43 毛叶拐枣（*Hovenia acerba* var. *kiukiangensis* Hu et Cheng），鼠李科，枳椇属，落叶乔木。分布于泸水泡西。生于海拔 1500～1800m 的阔叶林中。

44 云南枫杨（*Pterocarya delavayi* Franch.），胡桃科，枫杨属，落叶乔木。分布于泸水姚家坪、腾冲大塘。生于海拔 1500～3000m 的沟谷林中。

45 金叶子（*Craibiodendron yunnanensis* W. W. Smith），杜鹃花科，假木荷属，常绿灌木。广泛分布。生于海拔 2200～2550m 的灌木丛成林中。

46 猴子木（*Camellia yunnanensis* Coh. -Stuart），山茶科，山茶属，灌木。分布于泸水蔡家坝、灰坡、保山百花岭。生于海拔 2000～2600m 的林中。

4 保护措施

4.1 实施保护的意义

高黎贡山自然保护区的保护意义，不仅在于保护开发动植物的物种资源，而且对维持这个地区的生态平衡、改善人们的生存环境、调节气候、保持水土、改善农业、林业及园艺生产条件以及边疆的稳定均有重要意义。同时，自然保护区可视为宏大的自然博物馆，它在科学研究、科学普及以及教学等方面也起着重要作用。

4.2 减少人为破坏

上述珍稀植物绝大部分在保护区内，而保护区内人为造成珍稀植物灭绝、濒危或渐

危的因素仍然存在。毁林开荒、滥伐盗伐现象还十分严重，有的甚至伐倒珍稀植物采药、采种。现在国家已制定出有关的保护法令，建议地方保护部门，根据当地的现实情况，制定出相应的保护条例并严格执行，切实起到保护作用。

4.3 维护自然生境

要保护好上述珍稀植物，最重要的是保护好它们的生境，使其能自然生长、繁殖、更新。要使植物种系有良好的自然生境，就要研究保护区内部和周围现有的各种因素对保护这些珍稀植物的影响，防止生态环境的恶化。目前，保护区内植物生长条件好的地区，也正是生态比较脆弱的高而陡的地带。不论是有意开垦，还是森林保护不好，一旦受到破坏（如火灾、病虫害等）而难以恢复的也是这片高而陡的山地。因此，要采取一切有效措施，确保这些森林免遭破坏。

4.4 加强珍贵植物种类的保护

珍稀植物中数量较少或分布相对集中的种类，应着重加强保护措施。如腾冲大塘的大树杜鹃，分布范围十分狭窄，生境条件特殊，一旦被破坏，就难以恢复。红椿、光叶拟单性木兰、宽瓣含笑等树种的材质很好，很容易遭到砍伐。像天麻、云黄连这样的名贵中药材以及名贵花卉蝴蝶兰，现在已经越来越稀少。对于保护植物中的罕见种，应尽快挂牌标示，如腾冲大蒿坪的长蕊木兰和泸水泡西的毛叶拐枣等；另外，在有条件的科研单位、植物园、林场、公园、苗圃等地，应积极引种繁殖上述珍稀植物，特别是濒危的种类，以扩大其分布范围，增加植物种群数量。

4.5 加强保护区的研究和保护工作

对保护区内盲流人员应尽快动员迁出。在加强保护区的研究和保护的同时，要加强对保护区周围居民的宣传教育，提高其科学文化水平。有计划有步骤地探索保护区自然资源的合理开发利用途径，使它与周围居民的生产、生活结合起来，使其得到实惠，从而自觉地加入到保护区的工作中来。

4.6 注意人才培养

为了加强对自然保护区的保护和科学研究工作，应尽快培训自然保护区的管理及专业技术人员，加强对保护区的调查，建立系统的自然保护区档案，做到保护区的科学管理。

主要参考文献

国家环境保护局，中国科学院植物研究所. 1987. 中国珍稀濒危保护植物名录. 北京：科学出版社
西双版纳自然保护区综合考察团. 1987. 西双版纳自然保护区综合考察报告集. 昆明：云南科学技术出版社
云南省林业调查规划院. 1989. 云南省自然保护区. 北京：中国林业出版社
中国科学院昆明植物研究所. 1994. 云南种子植物名录. 昆明：云南人民出版社

The Rare and Precious Plants in the Gaoligong Mountains Natural Reserve

YIN Wu-yuan
(Forestry Department, Southwest Forestry College Kunming, 650224)

Abstract The Gaoligong Mountains natural reserve is located in western Yunnan, at latitude 24°56′~26°09′ north, longitude 98°34′~ 98°50′ east. The total area is 1239 square kilometers. Because of the different kinds of climates, the resources of plants are extremely rich in this area. There are many rare and precious plants there. These rare and precious plants can be diveded into two categories: ① The major protected plants at national level (2, 7, and 12 species are in Class One, Two and Three respectively); ② The protected plants at provincial level (4, 12, and 9 species are in Class One, Two and Three respectively).

This paper also discusses the conception, present condition of the rare and precious plants and the significance of their protection.

Key words Gaoligong Mountains, Reserve, Rare and precious plants, Protection

云南高黎贡山地区野生蕨类植物药用研究*

沈 立 新

（云南省林业科学院，云南 昆明 650204）

摘 要 通过对云南高黎贡山地区的民间访谈和集市药摊调查，总结出主要的药用蕨类植物85种，分属27科44属。本文介绍该地区17种常见药用蕨类植物的药用功效，并整理出85种主要药用蕨类植物的初步名录。

关键词 蕨类植物，药用，高黎贡山

中图分类号 Q949.95

文献标识码 A

文章编号 1009-7791（2002）01-0035-06

高黎贡山地区指怒江、萨尔温江和伊洛瓦底江的分水山脉及两侧地域，跨中国云南省和缅甸北部。目前，该区已记录的维管束植物有256科，1208属，4841种和变种，其中种子植物210科，1086属，4303种和变种；蕨类植物46科，122属，538种和变种，但是，已记载的植物种类仍远远少于高黎贡山自然存在植物种类的数字。我国政府于1984年成立了高黎贡山国家级自然保护区，成为云南省最早成立的四个国家级自然保护区之一。

高黎贡山药用植物极为丰富，仅草药种类就达1000余种，民间常用的约300种，其中蕨类植物占了相当的比例。作者通过对高黎贡山地区的民间访谈和集市药摊调查，总结出主要药用蕨类植物85种，分属27科，44属。本文主要对17种常见药用蕨类植物的药用功效进行了介绍，并整理出高黎贡山地区85种主要药用蕨类植物的初步名录。

1 石松（*Lycopodium clavatum*）

别名伸筋草、脚子草、过山龙、穿山藤等，生长于树林下、沟边、坡地等阴湿处；药用根及全株，全年可采，洗净切碎，晒干备用或鲜用。

性味功能：性温，味甘；舒筋活血，祛风活络，接骨。

民间药用主治：①风湿麻木疼痛、跌打损伤、腰痛，10～15g泡酒或水煎服；②皮肤麻木，用适当煎水洗患处；③骨折复位后，用鲜叶捣碎敷患处。

2 地刷子（*Lycopodium complanatum*）

别名猴子草、狮子草、过江龙，生于次生林、阔叶林及针阔叶混交林下的石头上和背阴、潮湿的山坡上；药用全草，夏季采收，切碎晒干备用或随采随用。

* 本文2002年发表于《亚热带植物科学》.31(1):35～40。

性味功能：性微温，味辛，祛风除湿，活络止痛。

民间药用主治：风湿腰痛，关节痛，骨折。取 15g 用水煎服或泡酒服用；外用适量，捣碎敷患处。

3 九死还魂草（*Selaginella tamariscina* var. *pulvinata*）

别名卷柏、神仙一把抓、石花，生于干热河谷的石灰岩上，药用全草，全年可采，洗净晒干后备用。

性味功能：性平，味微涩；凉血止血，催产。

民间药用主治：①咯血、鼻血、胃肠出血、崩漏，用 10～15g 炒炭水煎服；②催产、胎盘不下，用 10～15g 水煎服；③研末用于外伤止血。

注：同属植物卷柏（*Selaginella tamariscina*）也入药用，性味功效与本品基本相同。

4 笔管草（*Equisetum debile*）

别名木贼、节节草，生于河滩、溪边、河边和田埂，叶鞘于节上紧贴茎，于茎顶呈笔管状，故名为“笔管草”；药用茎，全年可采，洗净切断晒干后备用。

性味功能：性平，微苦；清肝，明目，利湿。

药用主治：高血压、目赤肿痛、角膜云翳、肠炎腹泻、黄疸型肝炎、尿路结石，用干品 10～15g 水煎服。

注：同属植物木贼（*E. hiemale*）也入药用，性味功效与本品基本相同。

5 瓶尔小草（*Ophioglossum vulgatum*）

别名一枝箭，生子草坡迹地；药用全草，夏秋采收，鲜用或晒干备用。

性味功能：性寒，味微甘；清热解毒，止痛退翳。

主治应用：①毒蛇咬伤、心气胃痛，干品研末，每服 3～5g；②疔疮肿毒、急性结膜炎、角膜斑翳，用干品 10～15g 水煎服，或用鲜品捣烂敷患处；③小儿肝炎、惊风，用干品 3～10g 水煎服。

注：同属植物狭叶瓶尔小草（*O. angustum*）也入药用，性味功效与本品基木相同。

6 阴地蕨（*Botrychium ternatum*）

别名蕨叶一枝蒿，生于山坡草丛下的荫蔽处；药用全草，全年可采，晒干备用或随采随用。

性味功能：性凉味甘；清热解毒，止咳平喘。

主治应用：①毒蛇狂犬咬伤、乳腺炎、腮腺炎，用鲜草捣烂敷患处；②肺结核、咳喘，用干品 10～15g 水煎服；③小儿百日咳，用 3～5g 蒸鸡蛋服用。

7 海金沙（*Lygodium japonica*）

别名钱现草，多年生攀援草本，生于路边或干旱山坡、丘陵灌丛中；药用全草，夏

季采收，洗净切碎后晒干备用。

性味功能：性寒味甘；清热，利水，通淋。

主治应用：尿路感染、尿路结石、肾炎水肿、感冒发热、小便短赤、肠炎痢疾，用干品 25～30g 水煎服（注：中药用的海金沙，系本植物的孢子，用时应除去杂物，以免影响药效）。

8 肾蕨（*Nephrolepis cordifolia*）

别名蛇蛋参、磺皮，生于溪边林下的石背或石隙中，或附生于树干上；药用根状茎，全年可采。除去鳞片，洗净晒干后备用（本品常植于花盆内供观赏）。

性味功能：性凉，味微甘；清热解毒，止咳通淋。

主治应用：感冒发热、咳血、血淋、肠炎腹泻、小儿疳积，用干品 10～15g 水煎服。

9 蕨菜（*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*）

别名蕨箕、蕨苗、山秋鱼，广泛生于松林或森林破坏后的迹地、荒地上；药用嫩叶和根状茎，初夏采收尚未伸展的拳状嫩叶，用草木灰浸泡后用清水泡半天后捞出，晒干备用。

性味功能：性寒微甘；利尿安神。

主治应用：①高血压、头昏失眠，用蕨菜 10～15g 水煎服或用油盐炒熟做菜吃；②慢性风湿性关节炎、关节热痛，用蕨菜 15g 煎服；③蕨粉主治功效与蕨菜相同，用沸水冲调加糖服用。

注：1）按民间习惯，蕨菜的采收多在雨后的火浇地上采集，否则易引起腹泻。

2）秋冬季挖取根状茎，须除去附属物，洗净后捣烂或粉碎，再装入桶内用水反复冲洗、过滤、沉淀，直至蕨粉变成红色后用布袋吊干储存备用，也可用于制作食品和酿酒。

10 井口边蕨（*Pteris cretica* var. *laeta*）

别名凤尾草，生长于水沟、土坎的潮湿处和井口边；药用全草，全年可采，洗净晒干后备用。

性味功能：性寒味微苦；消炎止痢，舒筋接骨。

主治应用：①慢性肝炎、痢疾、腰背疼痛，用 10g 水煎服；②骨折复位后，用鲜品捣烂敷患处。

注：以凤尾草入药者，有同属植物 *P. lateta*、*P. multifida* 和 *P. ensiformis* 等，其性效与本品基木相同。

11 蜈蚣蕨（*Pteris vittata*）

别名蜈蚣草、白叶尖，生长于路旁土坎、石隙等处；为喜钙植物，是土镶基质的碱性指示植物，根部 pH7.0～8.5；药用全草，全年可采，洗净切碎后晒干备用。

性味功能：性平味甘；祛风除湿，散瘀活络。

主治应用：跌打损伤、筋骨疼痛、半身不遂、风湿痿软、四肢麻木，用干品 15～30g 泡酒服用。

12 菲岛铁线蕨（*Adiantum philippense*）

别名猪鬃草，生长于林下溪边的阴湿处；药用全草，全年采收，洗净晒干后备用。

性味功能：性平味辛；活血祛瘀，利尿通淋，止咳。

主治应用：①流感发热、咳嗽、膀胱炎、尿道炎、尿道结石、传染性肝炎、痢疾、产后淤血、血崩，用干品 15～30g 以水煎服；②疔毒、蛇咬伤、火烫伤，研末涂患处。

注：民间作为“猪鬃草”者，包括多种铁线蕨（*Adiantum* spp.）及粉背蕨（*Aleuritopteris farinosa*），其性味功能是否相同，还有待做进一步调研。

13 贯众（*Cyrtomium fortunei*）

别名蕨棍，生长于水沟边、石隙等阴湿地；药用根状茎，全年可采，去掉附属物，洗净晒干后备用。

性味功能：性寒，味苦涩；清热解毒。

主治应用：预防流感、流脑，用干品 3～10g 水煎服。

注：除本品外，中药称“贯众”者还有日本狗脊（*Woodwardia japonica*）、粗茎鳞毛蕨（*Dryopteris crassirhizoma*）、荚果蕨（*Matteuccia struthiopteris*）等，其性味功效是否与本品一致，有待进一步调研。

14 大瓦韦（*Lepisorus macrosphaerus*）

别名金星凤尾草，生长于山间石上或附生于树干上；药用全草，全年采用，除去附属物，洗净后晒干备用。

性味功能：性寒味苦；解毒，清热，明目。

主治应用：①硫磺中毒，用干品 10～15g 水煎服；②痈肿、结核，用干品以酒煎服；③爆发火眼、年老昏花，用干品 10～30g 煎水洗眼。

15 石韦（*Pyrrosia lingua*）

生长于林下岩石或附生于树干上；药用全草，全年采收，洗净晒干后备用。

性味功能：性平味淡；清热，利水，通淋。

主治应用：肾炎水肿、尿路感染、尿路结石，用本品 10～15g 水煎服。

注：除本品外，民间所用石韦属植物，如油柄石韦（*P. petiolosa*）、柔软石韦（*P. mollis*）、北京石韦（*P. pekinensis*）等，均作石韦用，性味功效与本品相同。

16 槲蕨（*Drynaria fortunei*）

别名骨碎补，生长于石头上或附生于树干上；药用根状茎，全年可采收，洗净刮去鳞片，蒸后晒干备用。

性味功能：性温，味苦微淡；祛风湿，强筋骨，理跌打，补肾续骨。

主治应用：①风湿性关节炎、瘫痪麻痹、跌打瘀痛、肾虚腰痛、耳鸣目跳，用干品

10～15g 水煎服；②鳞片用于外伤止血。

注：除本品外，同属植物德氏槲蕨（*D. delavayi*）、近邻槲蕨（*D. propingua*）也入药，性味功效与本品基本相似。

17　田字苹（*Marsilea quadrifolia*）

别名四叶草，生长于水田或浅水中。药用全草，夏秋采收，洗净晒干备用。

性味功效：性凉味甘；利水，消肿，安神。

主治应用：水肿、神经衰弱，用干品 10～15g 水煎服。

云南高黎贡山地区常见药用蕨类植物初步名录

1. 石松科 Lycopodiaceae
   - 石松 *Lycopodium clavatrum*
   - 地刷子 *L. complanatum*
2. 卷柏科 Selaginellaceae
   - 大卫卷柏 *Selaginella davidii*
   - 拉波卷柏 *S. labordei hieron*
3. 木贼科 Equisetaceae
   - 笔管草 *Equisetum debile*
   - 密植木贼 *F. diffusum*
4. 瓶尔小草科 Ophioglossaceae
   - 阴地蕨 *Botrychium ternatum*
   - 瓶尔小草 *Ophioglossum vulgatum*
5. 紫萁蕨科 Osmundaceae
   - 紫萁蕨 *Osmumda japonica*
6. 海金沙科 Lygodiaceae
   - 海金沙 *Lygodium japonicum*
7. 里白科 Gleicheniaceae
   - 芒箕 *Dicranopteris dichotoma*
   - 大羽芒箕 *D. splendida*
8. 膜蕨科 Hymenophyllaceae
   - 多花路蕨 *Mecodium polyanthos*
9. 瘤足蕨科 Plagiogyriaceae
   - 粉背瘤足蕨 *Plagiogyria media*
10. 姬蕨科 Hypolepidaceae
    - 姬蕨 *Hypolepis punctata*
11. 陵齿蕨科 Lindsaeaceae
    - 陵齿蕨 *Lindsaea cultrata*
12. 骨碎补科 Davalliaceae
    - 宿枝小膜盖蕨 *Araiostegia hookeri*
    - 肾蕨 *Nephrolepis cordifolia*
13. 凤尾蕨科 Pteridiaceae
    - 蕨菜（斜羽变种）*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*
    - 红脉凤尾蕨 *Pteris aspericaulis*
    - 井口边蕨 *P. cretica* var. *laeta*
    - 三字氏凤尾蕨 *P. fauriei*
    - 全缘凤尾蕨 *P. insignis*
    - 热带凤尾蕨 *P. linearis*
    - 蜈蚣蕨 *P. vittata*
14. 中国蕨科 Sinopteridaceae
    - 杜氏粉背蕨 *Aleurifopteris duclouxii*
    - 硫磺粉背蕨 *A. duclouxii* var. *sulphurea*
    - 粉背蕨 *A. farinosa*
    - 梅瑞粉背蕨 *A. mairei*
    - 粗毛粉背蕨 *A. rufa*
    - 脆粉背蕨 *A. subvillosa*
    - 韩氏碎米蕨 *Cheilanthes hancockii*
    - 高山金粉蕨 *Onychium contigum*
    - 亮叶金粉蕨 *O. lucidum*
    - 狭叶金粉蕨 *O. tenuifrons*
    - 旱蕨 *Pellaea nitidula*
15. 铁线蕨科 Adiantaceae
    - 白背铁线蕨 *Adiantum davidi*
    - 爱氏铁线蕨 *A. edgeothii*
    - 菲岛铁线蕨 *A. philippense*
16. 铁角蕨科 Aspleniaceae
    - 毛柄铁角蕨 *Asplenium crinicaule*
    - 北京铁角蕨 *A. pekinense*
    - 铁角蕨 *A. trichomanes*
    - 变异铁角蕨 *A. varians*
    - 云南铁角蕨 *A. yunnanense*
17. 蹄盖蕨科 Athyriaceae
    - 疏叶蹄盖蕨 *Athyrium dissitfolium*
    - 透明冷蕨 *Cystapteris pellucida*
18. 金星蕨科 Thelypteridaceae

渐尖毛蕨 *Cyclosorus acuminatu*
齿牙毛蕨 *C. dentatus*
肿足蕨 *Hypodematium crenatum*
扶桑金星蕨 *Parathelypteris nipponica*
19. 乌毛蕨科 Blechnaceae
乌毛蕨 *Blechnum orientale*
狗脊 *Woodwardia japonica*
单牙狗脊 *W. unigemmata*
20. 岩蕨科 Woodsiateae
滇红线蕨 *Diacalpe christensenae*
21. 桫椤科 Cyatheaceae
树蕨 *Cyathea spinulosa*
22. 鳞毛蕨科 Dryopteridaceae
贯众 *Cyrtomium fortunei*
大羽贯众 *C. mucicum*
基生鳞毛蕨 *Dryopteris basissora*
二型鳞毛蕨 *D. cochleata*
多氏鳞毛蕨 *D. wallichiana*
丰产鳞毛蕨 *D. fructuosa*
重齿鳞毛蕨 *D. juxtaposita*
拟狭顶鳞毛蕨 *D. sublacera*
马祖耳蕨 *Polystchum tsus-simense*
大鳞刺耳蕨 *P. squarrosum*
23. 水龙骨科 Polypodiaceae
肢节蕨 *Arthromeris lehmanni*
梅瑞肢节蕨 *A. mairei*
莱氏线蕨 *Colysis. wrightii*
德氏槲蕨 *Drynaria delavayi*
槲蕨 *D. fortunei*
两色瓦韦 *Lepisorus bicolor*
扭瓦韦 *L. contortus*
大瓦韦 *L. macrosphaerus*
紫柄假密网蕨 *Phymatopteris crenatopinnata*
葛氏密网蕨 *P. griffithiana*
金鸡脚 *P. hastata*
尖裂密网蕨 *P. oxylota*
石韦 *Pyrrosia lingua*
柔软石韦 *P. mollis*
有柄石韦 *P. petiolosa*
24. 书带蕨科 Vittariaceae
平肋书带蕨 *Vittaria subrosa*
25. 苹科 Marsileaceae
田字苹 *Marsilea quadrifolia*
26. 槐叶苹科 Salviniaceae
槐叶苹 *Salvinia natans*
27. 满江红科 Azollaceae
满江红 *Azolla imbricata*

主要参考文献

李恒、郭辉军、刀志灵. 2000. 高黎贡山植物. 北京：科学出版社
中国科学院植物研究所. 1972. 中国高等植物图鉴. 北京：科学出版社

The medical study of wild ferns in Gaoligong Mountains region, Yunnan Province

SHEN Li-xin

(Yunnan Academy of Forestry, Kunming 650204, Yunnan China)

Abstract Through the farmer's interview and investigation of rural market in Gaoligong Mountains region, 85 species of medical fern plants have to be identified, which belong to 24 families and 44 genera. The medical function of 17 major medical species of ferns is introduced and a systematic list with 85 species of medical ferns is also given.

Key words Medical utilization, Fern, Gaoligong Mountains region

国产泽泻科植物特有种——腾冲慈姑*

王青峰　陈家宽

（武汉大学生命科学学院植物学系，武汉　430072）

摘　要　本文通过对腾冲慈姑（*Sagittaria tengtsungensis*）模式产地的考察，并在查阅了所有馆藏标本的基础上对腾冲慈姑的形态描述进行了修订。有关形态特征的比较以及不同的地理分布区等研究结果均支持腾冲慈姑和小慈姑为两个中国特有种的观点。

关键词　腾冲慈姑，小慈姑

Sagittaria tengtsungensis H. Li, endemic to China, was first described and illustrated in 1986 (Li　1986). This is a rare aquatic monocot, presently known only from Yunnan, China. Since the type specimen is sterile, the original description about sepals, achenes and reproductive characters were uncertain and questionable (Chen　1989). After examining all known specimens of this species preserved in various herbaria (PE, KUN, SYS, etc.) and investigating its type locality (Tengchong, Yunnan), the present authors propose a revised description for *Sagittaria tengtsungensis* as follows:

Perennial: submersed or emersed herb. Rhizomes 1cm long. Leaves basal, submersed or emersed, blades phyllodial or strap-shaped, (4～7)cm×(0.1～0.2)cm when submersed, or ribbon-like to linear-lanceolate, (4～11)cm×(0.4～1.6)cm, apex acute when emersed. Petioles 10～32cm long, ca. 2mm in diameter, broadly sheathing at the base. Bulbils numerous, globose, subtended by the sheath. Scapes simple, erect, with 2～4, 3-flowered whorls, 25～60cm long. Bracts membranous or occasionally thickened, connate at the base. Flowers unisexual: sepals 3, green, ovate, (5～7)mm×(2.5～3)mm with membranous margins, closely appressed to the receptacle at maturity (Fig. 1: C, E); Petals 3, white, 1～1.5cm long. Pistillate flowers 1～3 at the lowest whorl of the scape, subsessile or on 5mm long markedly thickened pedicels. Pistils numerous, free, compressed. Staminate flowers with 1.5～3cm long slender pedicels, stamens numerous, filaments ca. 2mm long, linear or subulate, the oblong or ovate anthers the same length as or slightly shorter than filaments (Fig. 1: F). Achenes obovate, laterally compressed with a slight flange following the outline of the seed cavity on each side, winged, (3～4)mm×(2.5～3)mm. Beak of achenes recurved, ca. 0.4mm long, vertically to obliquely inserted (Fig. 1: G).

Yunnan: Tengchong, Zizhi, alt. 2000m, S. G. Wu 00724 (type, KUN), Q. F.

* 本文1996年发表于《植物分类学报》,34(3):314～317。

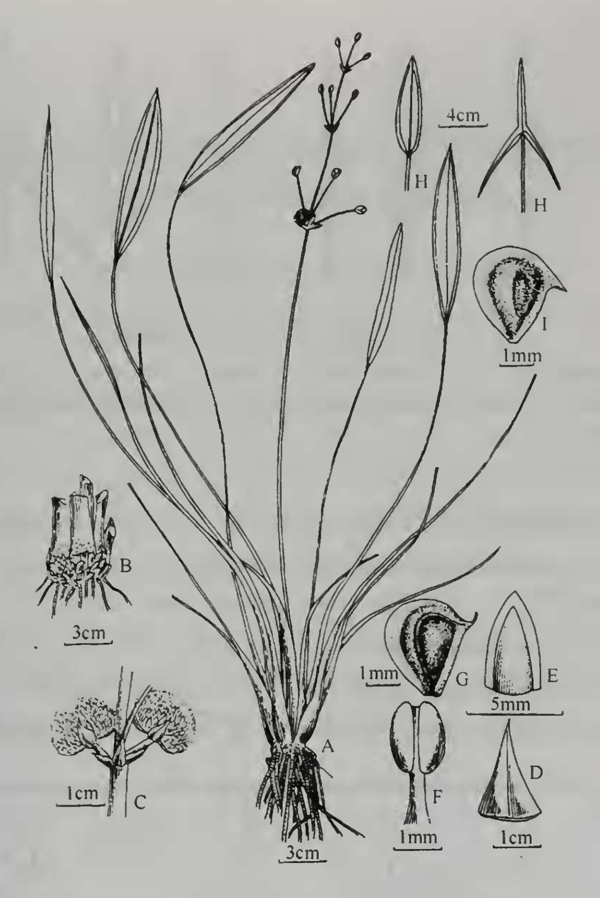


Fig. 1 *Sagittaria tengtsungensis* H. Li. (A~G) and *S. Potamogetifolia* Merr (H~I)
A: Habit; B: Bubils; C: Mature pistillate flowers; D: Dorsal bract; E: Sepal; F: Stamen;
G: Achene; H: Leavers; I: Achene

Wang W070 (WH); Dara, T. T. Yü 19 189 (PE); Ten Yuen valley. G. Forrest 8182 (photograph, SYS).

This species grows in paddy fields and marshes at an altitude of 2000m. Leaves may be submersed or emersed depending on the water depth. The leaves of plants growing in paddy fields without water are all ribbon-like to linear-lanceolate, but never sagittate, and those of the plants growing in marshes with water to 20cm deep are submersed, phylloidal to strap-shaped. A comparsion of the developmental variation of leaf-form between *Sagittaria tengtsungensis* and its closely related species S. *potamogetifolia* Merr. is shown in Fig. 2.

Among leaves with various forms in *Sagittaria*, the phyllodial leaves were considered primitive while sagittate leaves advanced (Arber 1920). According to our study on the developmental variation of leaf-forms and other morphological characters, we support the view-point that S. *tengtsungensis* is probably intermediate between the two subgenera, Subgen. *Sagittaria* and Subgen. *Lophotocarpus* of *Sagittaria* (Chen

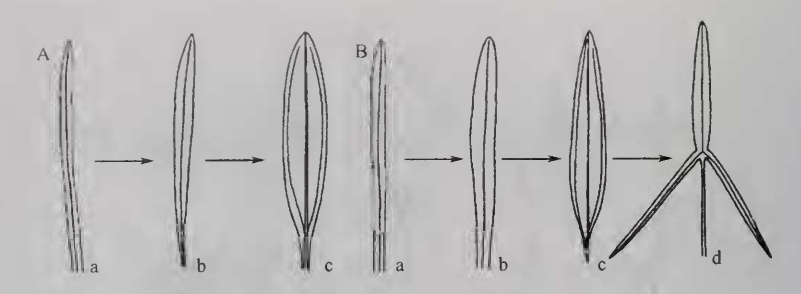


Fig. 2 Developmental variation of leaf-form

A: *Sagittaria tengtsungensis* H. Li. a: Submersed; B: Floating; C: Emersed. B: *S. potamogetifolia* Merr. a～b: Submersed or floating leaves of immatureplant; c～d: Emersed leaves of mature plant

1989).

Sagittaria tengtsungensis is closely related to another Chinese endemic species *S. potamogetifolia*, a member of the subgenus *Sagittaria* (Chen 1992, 1989, Li 1986). The appressed sepals (Fig. 1: C), the non-sagittate leaves (Fig. 1: A), the size, shape and insertion of the achene-beak (Fig. 1: G), as well as the distribution (Fig. 3) of *S. tengtsungensis* are quite different from those of *S. potamogetifolia* (Fig. 1: H, I. Fig. 3). All of these indicates that they are two distinct endemic species to China.

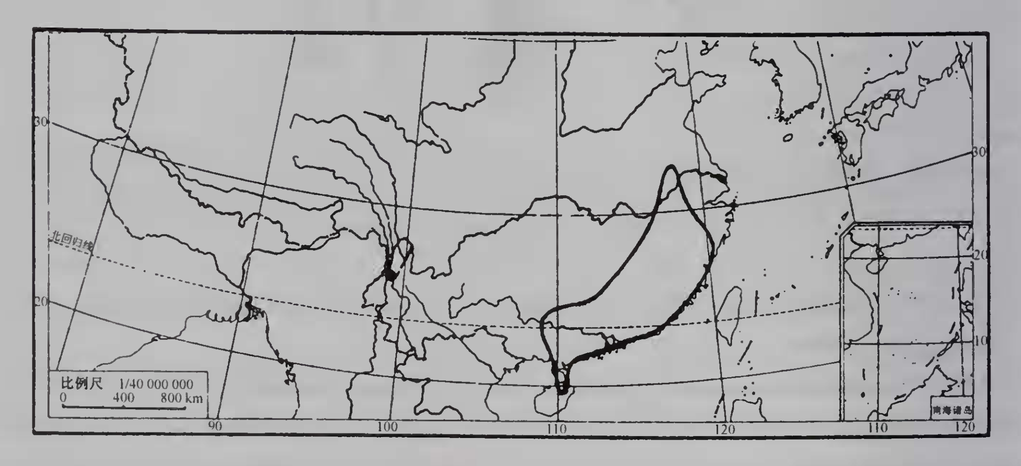


Fig. 3 Distribution of *Sagittaria tengtsungensis* H. Li and *S. potamogetifolia* Merr. "●" showing the study site

References

Arber A. 1920. Water Plants: A Study of Aquatic Angiosperms. London: Cambridge University Press. 15～23

Chen J K. 1989. Systematic and Evolutionary Botanical Studies on Chinese *Sagittaria* (in Chinese). Wuhan: Wuhan University Press. 16～18

Chen Y D. 1992. Alismataceae. In: Fl Reip Pop Sin. Vol 8. Beijing: Science Press. 134～135

Li H. 1986. *Sagittaria tengtsungensis* H. Li. In: Wu Z Y. Flora Yunnanica. Vol 4. Beijing: Science Press. 767

On *Sagittaria Tengtsungensis* (Alismataceae), a Species Endemic to China

WANG Qing-feng CHEN Jia-kuan

(Department of Botany, College of Life Sciences, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract A revised description of *Sagittaria tengtsungensis* H. Li is proposed on the basis of examing all specimens and investigating the type locality. The data from morphological comparison and its distribution support the recognition of two endemic species, *S. tengtsungensis* and *S. potamogetifolia* Merr. in China.

Key words *Sagittaria tengtsungensis*, *S. potamogetifolia*

云南卫矛属一新种*

顾哲明[1]　诚静容[2]

(1 成都中医学院，成都　610075)

(2 北京医科大学，北京　100083)

摘　要　本文发表了卫矛属一新种，即滇西卫矛（*Euonymus paravagans* Z. M. Gu et C. Y. Cheng）。

关键词　滇西卫矛，新种

Yunnan（云南）：Tengchong（腾冲），alt. 8000m，in forests，climbing on trees April 21，1984，Z. M. Gu（顾哲明）84 048（Type PEM）。



图 1　滇西卫矛 *Euonymus paravagans* Z. M. Gu et C. Y. Cheng

1：花枝；2：花的放大；3：花纵剖面；4：花瓣；5：果实（冯先洁绘）

* 本文1991年发表于《植物研究》，11(3)：19～21。

木质藤本，具不定根，幼枝平滑，无疣突。叶对生，纸质，倒披针形或窄椭圆形，稀披针形，长（5)7.5～12(17)cm，宽2.5～5cm，先端短渐尖至渐尖，基部楔形至阔楔形，边缘具疏浅锯齿，侧脉4～6对，在两面均突起，网脉纤细，稍明显；叶柄极短，长2mm以下。聚伞花序腋生或生于新枝上；2～4回分枝，总花梗长1～2.2cm小花梗四棱形，中央花的长3～5cm，其余的均短于3mm。花4数，白色，直径约7.5mm。萼片半圆形，具细密齿缘；花瓣近圆形，有短爪，直径约3mm。雄蕊4，生于花盘近边缘处，花丝很短，长约0.5mm，花药长不及1mm。子房下半部与肥厚花盘合生，4室，胚珠每室2，室轴顶垂生，花柱短。蒴果扁球状，腹缝处4浅凹，直径约1.3cm，紫褐色，疏被黄棕色斑块。种子每室1～2，假种皮全包种子（图1)。

云南：腾冲，海拔2000m，林中，1984年4月21日，顾哲明84048（模式标本，存北京医科大学植物标本室)。

本种与游藤卫矛 *E. vagans* Wall. 相近，但叶常为倒披针形或窄椭圆形，叶柄极短，长不及2mm，花瓣具矩爪，果实干后紫褐色而易于区别。

A New Species of Euonymus from Yunnan

Gu Zhe-ming　Cheng Jing-rong

(1 Chengdu College of Traditional Chinese Medicine, Chengdu 610075)

(2 Beijing Medical University, Beijing 100083)

Abstract Species affinis *E. vaganst* Wall. ex Roxb., sed foliis majoribus plerumque oblanceolatis vel anguste ellipticis, petiolis brevissimis vix 2mm longis, petalis breve unguiculatis, capsula in sicco brunneo-purpurea differt.

Frutex scandens, radicellis adventitiis, ramulis junioribus laevigatis. Folia opposita, sempervirentia, chartacea, oblanceolata vel anguste elliptica raro lanceolata, (5)7.5～12(17)cm longa, 2.5～5cm lata, apice breve acuminata usque acuminata basi cuneata usque late cuneata, margine remote serrulata, nervis lateralibus 4～6 utrinque prominentibus, nervulis paulo conspicuis, petiolis brevissimis vix 2mm longis. Dichasia axillaria vet ramealia, 2～4-dichotoma, pedunculis 1～2.2cm longis, pedicellis quadrangulatis, brevibus, centralibus 3～5mm longis, ceteris vix 3mm longis. Flores albi, sepalis semi-orbiculatis margine dense denticulatis, petalis rotundatis breve unguiculatis, circ. 3mm diam., disco carnoso 4-lobato. Stamina 4 admarginem disci inserta, filamentis brevibus circ. 0.5mm longis, antheris 1mm longis. Ovarium in disco semi-immersum, 4-loculare, ovulis 2 in quoque loculo collateralibus pendulis. Stylus brevis. Capsula depresso-globosa, leviter 4-lobata, circ. 1.3cm diam., in sicco brunneo-purpurea, plus minusque pallido-furfuracea. Semina arillis aurantiacis to inclusa.

Key words *Euonymus paravagans* Z. M. Gu et C. Y. Cheng, New species

腋花扭柄花（*Streptopus simplex*）的染色体新基数

张　挺　顾志建

（中国科学院昆明植物研究所，650204）

摘　要　本文对中国云南产腋花扭柄花（*Streptopus simplex* D. Don.）的 4 个居群进行了细胞学遗传学研究。生长在中甸和小中甸冷杉林中的腋花扭柄花体细胞染色体数 $x=8$、$2n=16$；而生长在高黎贡山的泸水片马和贡山垭口竹丛的则为 $x=7$、$2n=14$。核型观察显示小中甸和中甸两居群的核型公式分别为 $2n=4m+8sm+4st$ 和 $2n=8m+2sm+6st$；贡山和片马两居群的核型公式分别为 $2n=14=4m+10sm$，$2n=14=7m+7sm$。据核型分析推测腋花扭柄花的染色体基数变异应为染色体发生了 Roberstonian 易位即着丝粒横裂或并和（centric fission and centric fusion）所致。由于扭柄花属的染色体基数是 $x=8$，若认为 $x=8$ 是腋花扭柄花（*S. simplex*）的染色体原始基数，则 $x=7$ 的两居群的染色体结构变异是由 $x=8$ 的染色体的两条 st 型染色体的着丝粒发生了并和（centric fusion）而来。$x=7$ 的居群可能是一个已经适应了滇西北高山草甸生境的衍生类群。

关键词　腋花扭柄花，染色体数目变异，Roberstonian 易位，着丝粒横裂或并和

扭柄花属（*Streptopus* Michx.）隶属于百合科（Liliaceae）黄精族（Polygonateae），分布于北温带，属内在全球只有约 10 种（Chen et al.　2002），却是一个倍性十分多样的属：$2n=16$、24、32、48、54（Hong　1990，Plante　1995，Kapoor　1987）。现有的文献显示（Hong　1990，Plante　1995，Kapoor　1987，Gu et al. 1998），该属的染色体基数为 $x=8$。只有 Takahashi（1976）报道产自日本的 *S. streptoides* 为 $2n=54$（$x=9$，$6x=54$）。据顾志建等（1998）报道 *S. simplex* 体细胞染色体数 $2n=32$（$x=8$）。笔者对中国云南高黎贡山两居群和中甸两居群的细胞学实验观察，其体细胞染色体数分别为 $2n=14$ 和 $2n=16$。

染色体数目的变异可以导致物种起源，是植物进化的一种重要方式。着丝粒横裂和着丝粒合并是染色体变异的主要方式之一，它直接影响着染色体的数目、形态和结构（袁永明　1989）。在动物中着丝粒横裂和着丝粒合并是核型变异的一种非常重要的方式，已有许多经典的例证（White　1973，King　1993），但在高等植物中这样的例证虽然近年有所增加但相对而言仍然很少（Keith　1998）。由于着丝粒横裂和着丝粒合并是唯一可以通过比较染色体核型而观察到，几个经典的例子如洪德元（1986）对飞燕草属（*Consolida*）的 $x=9$ 新基数起源的研究；Hunt（1980）对 Zebrina 和 Cymbispatha 组内的着丝粒合并的判断都是基于核型分析。本研究旨在通过对 *S. simplex* 4 个居群的核型分析讨论其染色体基数变异的原因及机制，结合实验结果讨论染色体变异与地理分布的关系。

1　材料与方法

本研究的实验材料和凭证标本号见表 1。凭证标本存于中国科学院昆明植物所植物

园，活植物栽培于昆明植物园。

表 1　*S. simplex* 的材料来源

编号	采集地	海拔/m	生长环境	凭证标本
A	贡山	3440	高山灌木	T. Zhang 141
B	片马	3100	高山灌木	T. Zhang 151
C	中甸	3600	云杉林	T. Zhang 161
D	小中甸	3500	云杉林	T. Zhang 171

在活体植株上取根尖。用饱和对二氯苯室温下处理 4h，然后用卡诺固定液（100%乙醇：冰醋酸=3：1）在 4℃下固定至少 30min，然后在 70%的乙醇中放置 10min，后在 60℃水浴中用解离液（$1N_4$ HCl：45%CH_3COOH=1：1）解离 30s。用地衣红染色过夜。用常规压片法压片，在 Zeiss 显微镜在 100 倍油镜下观察。用德国的蔡氏公司的 Ikaros 软件照相，核型分析按李懋学等（1985）的方法进行，核型分类按 Stebbins（1971）标准划分。

2　实验结果

观察 *S. simplex* 4 个居群中甸、小中甸、片马和贡山的核型显示：片马和贡山居群 $2n=14$，为二倍体，$x=7$。两居群的核型基本一致，第一对染色体都是 m 型染色体，其长度约为其余染色体的 2 倍。片马居群的核型公式为 $2n=7m+7sm$，贡山居群的核型公式为 $2n=4m+10sm$。核型不对称系数均为 0.43，属于 2B 型其中片马居群，第 5 对染色体的一条为 m 型（长臂/短臂=1.70），另一条为 sm 型（长臂/短臂=1.78）。

中甸和小中甸居群 $2n=16$，$x=8$，也是二倍体。该两居群没有一对大的 m 型染色体，表现为相对长度由大到小渐变。中甸居群的核型公式为 $2n=8m+2sm+6st$，核型不对称系数为 0.43，属于 2B 型；小中甸居群的核型公式为 $2n=4m+8sm+4st$。核型不对称系数为 0.56，属于 3B 型。

具体核型图见图 1，核型参数见表 2。

表 2　*S. simplex* 4 个居群的核型参数

	小中甸			中甸			片马			贡山		
	$2n=4m+8sm+4st$			$2n=8m+2sm+6st$			$2n=7m+7sm$			$2n=4m+10sm$		
	RL	ratio	PC	RL	ratio	PC	RL	ratio	PC	RL	ratio	PC
1	9.77	3.00	st	9.38	3.22	st	13.71	1.26	m	13.79	1.14	m
1	9.42	3.15	st	8.89	3.00	st	12.13	1.70	m	12.50	1.27	m
2	8.73	3.17	st	8.89	3.5	st	8.09	1.25	m	7.54	2.15	sm
2	7.16	4.13	st	7.65	3.43	st	7.87	1.69	m	6.99	2.45	sm
3	7.16	2.72	sm	6.91	2.5	st	7.19	2.20	sm	6.62	2.27	sm
3	7.16	2.72	sm	6.67	2.38	st	6.29	2.11	sm	6.43	1.91	sm
4	6.28	2.27	sm	6.42	1.60	m	6.29	2.11	sm	6.25	1.83	sm
4	6.28	2.60	sm	6.17	1.27	m	5.84	2.71	sm	6.25	2.09	sm
5	5.93	1.83	sm	5.68	2.29	sm	6.07	1.70	m	6.07	1.75	sm
5	5.24	2.75	sm	5.68	2.29	sm	5.62	1.78	sm	5.88	1.90	sm
6	4.89	2.11	sm	5.43	1.44	m	5.62	1.78	sm	5.51	1.31	m
6	4.54	2.25	sm	4.94	1.50	m	5.39	2.00	sm	5.33	1.64	m
7	4.54	1.36	m	4.44	1.25	m	5.17	1.30	m	5.88	2.2	sm
7	4.36	1.50	m	4.69	1.375	m	4.72	1.33	m	4.96	2.25	sm
8	4.53	1.6	m	4.20	1.43	m						
8	4.01	1.56	m	3.95	1.67	m						

注：RL=相对长度，ratio=长臂/短臂，PC=着丝粒类型。

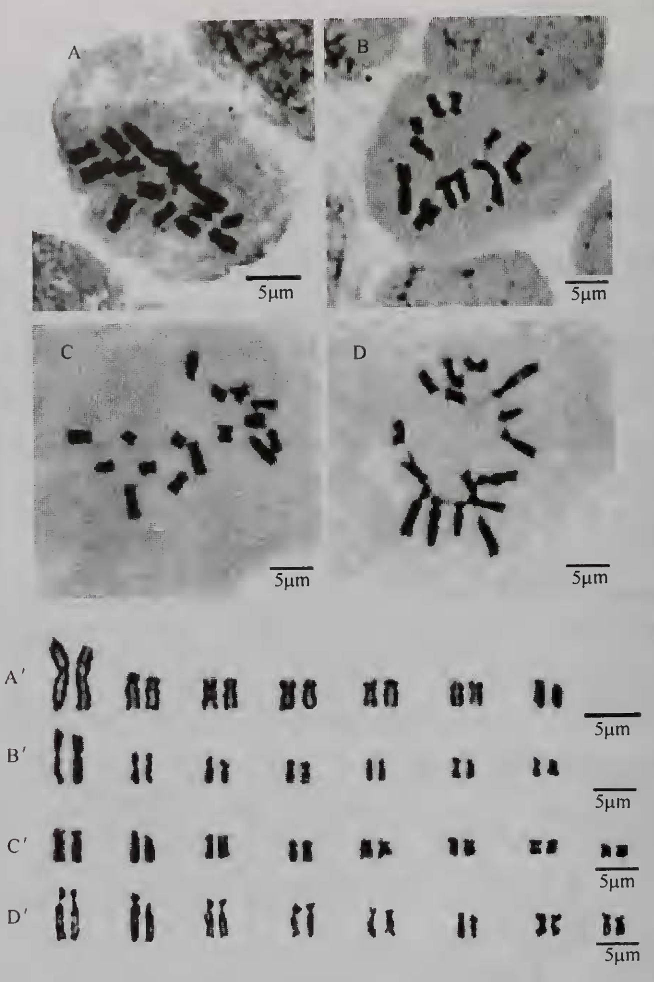


图 1　*S. simplex* 4 个居群的体细胞染色体中期图和核型图

A，A′：贡山居群 $2n=14=8m+6sm$；B、B′：片马居群 $2n=14=6m+8sm$；C、C′：中甸居群 $2n=16=6m+6sm+4st$；D、D′：小中甸居群 $2n=16=6m+6sm+4st$；标尺＝5μm

3　讨论

比较 *S. simplex* 4 个居群的核型可以看出，中甸和小中甸居群（$2n=16$，$x=8$）均有两对 st 型染色体；而贡山和片马居群（$2n=14$，$x=7$）没有，却有一对 m 型染色体，从相对长度看这一对 m 型染色体大约为其他染色体长度的 2 倍，我们推测该 4 个居群染色体数目和基数的变异是由于着丝粒发生横裂或合并所致，即一对 m 型染色体横裂为两对 st 型或两对 st 型染色体合并为一对 m 型。

由于一条 m 染色体发生着丝粒横裂的直接产物应是两条 t 型染色体，而两条 st 型染色体通过着丝粒并合形成一条 m 型染色体是容易实现的，故 *S. simplex* 中 $2n=16$ 居群的两对 st 型染色体并合为一对 m 染色体的可能性更大；另一方面，判断着丝粒横裂与并合的另一条准则是确定分类群的原始基数，由原始基数上行，伴随中部着丝粒染色体的减少和端部着丝粒染色体的增加的变化为横裂，反之则为并合（袁永明　1989），

由于本属的原始基数未知，大多数的观察显示本属染色体基数为 $x=8$，若认为 $x=8$ 是原始基数，则 $x=7$ 为新基数，本类群发生的是着丝粒并合。一般认为着丝粒并合的机制是一条具端部或近端部着丝粒染色体的短臂和另一条类似染色体的长臂在近轴区断裂，接着发生并合，分别把长臂和长臂，短臂和短臂衔接起来，结果形成两条具中部着丝粒的染色体，一条大，另一条很小，由于这条大染色体已经含有绝大部分原有遗传信息，而小染色体在遗传上已不重要，再加上其太小以至减数分裂时进行联会和形成交叉的可能性微乎其微，因此常常丢失（洪德元 1990）。因此植物的表形特征一般不会有明显变异。

发生横裂更“容易”：着丝粒平行断裂后，容易形成具有功能的端着丝粒染色体（袁永明 1989）。一旦发生着丝粒横裂必将改变连锁基因群的关系，从而表现出多种效应或是生理生态方面或是形态方面的变异，最后在居群间产生后生的基因交流障碍，新的遗传结构和功能或多或少会导致表形特征发生一些变异以至新种的形成（Keith 1998）。笔者仔细分析观察了两种基数 4 个居群的活植物及标本没有发现它们间在形态特征有明显的变异。综合以上分析，笔者推测 *S. simplex* 的 $x=7$ 的染色体新基数是由 $x=8$ 的染色体发生着丝粒并合而来。

从生长环境看，中甸和小中甸居群（$2n=16$）生长在海拔 3500m 左右的云杉林里，而贡山和片马居群（$2n=14$）生长在海拔 3100～3400m 的高山草甸或竹林灌丛中，根据野外观察生境的差异并未在形态上表现太大的差异，但从 $x=7$ 的居群能正常结实来看，该类群可能是一个已经适应了滇西北高山草甸生境的衍生类群。继续观察本类群的遗传分化对研究植物进化有重要启示。

染色体基数问题方面，结合已发表的文献和本文报道的 $x=7$ 的新基数，*Streptopus* 属内有 $x=7$、$x=8$ 和 $x=9$ [Takahashi（1976）报道的 *S. streptoides* $2n=54$，也可看作 $x=9$，$6x=54$] 3 种基数，按本文的推论，$x=7$ 和 $x=9$ 都应为衍生的基数，均由 $x=8$ 而来，*Streptopus* 属仍是一个进化十分活跃的类群。从地理分布看，北美 *Streptopus* 属的 3 个种只有 $2n=16$ 和 $2n=32$ 两种染色体数，而东亚的日本、朝鲜半岛和中国东北有 $2n=24$、48、54，中国西南有 $2n=14$、16、32 等多种染色体数目，在染色体水平上说明东亚是 *Streptopus* 属的分化非常活跃的地区。

主要参考文献

Chen Xinqi, Minoru N T. 2002. Liliaceae. Flora of China, 24: 153

Gu Z-J, Sun H. 1998. The chromosome report of some plants from Motuo, Xizang (Tibet). Acta Botanica Yunnanica, 20(2): 207～210

Hong D-Y. 1986. Acta Botanice Sinica, 28(1): 1～10

Hong D a. Sauer W. 1990. Cytotaxonomical studies of the Liliaceae (s. l.) in the Changbai Mountains of northeastern China. Cathaya, 2: 151～164

Hunt D R. 1980. Sections and series in Tradescantia. American Commelinaceae IX. KEW Bull. 35: 437～442

Kapoor B M, Ramcharitar S, Gervais C. 1987. Index to Plant Chromosome (1986～1987). Missouri Botanical Garden Press

Kieth Jones. 1998. Robertssonian fusion and centric fission in karyotype solution of high plants. The Botanical Review, 64: 273～289

King M. 1993. Species evolution-the role of chromosome change. Cambrige: Cambrige University Press

Li Maoxue, Chen Reiyang. 1985. A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants. J Wuhan Bot

Res, 3: 297～302

Paolo Caputo, Salvatore Cozzolino, Luciano Gaudio, et al. 1996. Karyology and phylogeny of some mesoamerican species of Zamia (Zamiaceae). American Journal of Botany, 83(11): 1513～1520

Plante S. 1995. IOPB chromosome data 10. International Organization of Plant Biosystematists Newsletter , 25: 9～10

Stebbins, Ledyard G. 1971. Chromosome evolution in higher plants. London: Edward Amold Ltd

Takahashi. 1976. Index to Plant Chromosome (1975～1978). Missouri Botanical Garden Press

White Cf. 1973. Animal Cytology and Evolution, Ed. 3. Cambrige: Cambrige University Press

Yuan Y-M. 1989. Centric fission, centric fusion and their significance in chromosomal evolution of higher plants. Guihaia, 9(1): 67～75

The New Basic Chromosome Number of *Streptopus simplex*

ZHANG Ting GU Zhi-jian

(The Kunming Institute of Botany, the Chinese Academy of Science, Kunming 650204, China)

Abstract Four populations of *Streptopus simplex* in Yunnan, China were investigated cytologically. Chromosomal numbers of the Zhongdian and Xiao zhongdian populations that growing in spruce forest are $2n=16$ with $x=8$; that of the populations growing in Alp shrub in Pianma and Gongshan are $2n=14$ with $x=7$. The karyotype formulas are as follows: $2n=4m+8sm+4st$ and $2n=8m+2sm+6st$ for the Xiao zhongdian and Zhongdian populations respectively; $2n=14=4m+10sm$ for the Gongshan and $2n=14=7m+7sm$ for the Pianma. The karyotyping analysis indicate that the occurrence of the basic chromosome number variation within the single species *S. simplex* must involved Roberstonian fusion or centric fission. Considering that the basic chromosomal numbers of most species in *S. simplex* are $x=8$, taking $x=8$ as the original number of the genus will be reasonable. The basic chromosome number $x=7$ of *S. simplex* is probably resulted by centric fusion of two st chromosomes of ancient *S. simplex* with $x=8$. populations with $x=7$ are probably derived ones adapted to Alp shrub in northwest Yunnan China.

Key words *Streptopus simplex*, Chromosome number variation, Roberstonian fusion and centric fission

高黎贡山种子植物物种丰富度沿海拔梯度的变化*

王志恒　陈安平　朴世龙　方精云

（北京大学环境学院生态学系，北京大学生态学研究与教育中心，
北京大学地表过程分析与模拟教育部重点实验室，北京　100871）

摘　要　物种丰富度沿海拔梯度的分布格局成为生物多样性研究的热点。为探讨中尺度区域物种丰富度沿海拔梯度的分布，本文以高黎贡山为研究对象，利用该地区的地方植物志资料，结合通过 GIS 生成的区域数字高程模型（DEM）数据，分析了该区域全部种子植物和乔木灌木、草本三种生活型种子植物物种丰富度的垂直分布格局以及物种密度沿海拔梯度的变化特征。结果表明：① 全部种子植物和不同生活型植物物种丰富度随着海拔的升高呈现先增加后减小的趋势，最大值出现在海拔 1500～2000m 的范围；②物种密度与海拔也呈现单峰曲线关系；③物种丰富度和物种密度分布格局的形成主要受海拔所反映的水、热状况组合以及物种分布的边界影响。

关键词　物种丰富度，物种密度，生活型，垂直格局，海拔梯度，地形

中图分类号　Q948

文献标识码　A

文章编号　1005-0094（2004）01-0082-07

物种丰富度（species richness）及其分布格局是生物多样性研究的一个重要内容（贺金生等　1997）。理解物种丰富度的分布格局及其影响因素对于生物多样性保护具有指导意义，因而一直是生态学家们感兴趣的领域。

近年来，物种丰富度沿海拔梯度的分布格局受到越来越多的关注。很多研究者认为，海拔是影响物种丰富度格局的决定性因素之一（Stevens　1992，Lieberman et al.　1996，Lomolino　2001，Brown　2001）。研究表明，海拔对物种丰富度垂直格局的影响是随着区域位置和植物分类群的不同而存在较大差异的。例如，Whittaker 等（1975）对美国亚利桑那州的 Santa Catalina 山的研究发现，物种多样性在中海拔地段最高。Ohsawa（1991、1995）对亚洲湿润季风区的 7 个山地的物种丰富度垂直分布格局进行了研究，并对比了热带山地和温带山地物种丰富度分布格局的差异，结果发现热带山地物种丰富度随海拔升高而迅速降低，而温带山地的物种丰富度随海拔升高的变化很小。Kessle（2000）研究了玻利维亚的安第斯山爵床科（Acanthaceae）、天南星秋（Araceae）、凤梨科（Bromeliaceae）、仙人掌科（Cactaceae）、野牡丹科（Melastomataceae）以及蕨类植物物种丰富度的垂直分布格局，发现不同分类群植物的物种丰富度随海拔升高的变化趋势是不同的，主要有 3 种形式：单调下降、先下降后升高（inverse hump-shaped curves）以及先升高后降低（hump-shaped curves）。在国内，沈泽昊等

---

* 本文2004年发表于《生物多样性》，12(1)：82～88。

(2000，2001）对大老岭和贡嘎山的物种丰富度格局进行了研究；王国宏（2002)、江明喜等（2002）分别对中国西北部的祁连山和中部的香溪河流域进行了研究，发现随海拔的升高，物种丰富度呈现先增大后减小，即中海拔地区物种丰富度最高的趋势。但是，对于物种丰富度的垂直格局，目前还没有形成一致的结论（Lomolino　2001)，因此对不同区域、不同山体以及不同分类群物种丰富度分布格局的个案研究，对阐明物种丰富度与海拔的关系是十分重要的。

高黎贡山所在的横断山南段是我国 17 个具有全球意义的生物多样性关键区域之一（中国生物多样性国情研究报告编写组　1998)，也是全球 25 个生物多样性保护的热点（hot spot）之一（Myers et al.　2000)。本研究区大部分处于该关键区范围内，同时，因其山体相对高差大，为研究生物多样性的垂直分布格局提供了良好的自然条件，详细记载植物物种分布资料的地方植物志（李恒等　2000）的出版，使该地区植物物种多样性垂直格局的研究成为可能。本文利用高黎贡山地区的植物志资料，对该地区物种丰富度的垂直分布格局进行了初步研究，试图揭示：①全部物种以及乔木、灌木和草本 3 种生活型物种和特有种的物种丰富度的垂直分布格局，并初步探讨影响这种分布格局的生态因子；②物种密度沿海拔梯度的变化趋势，以及地形等因子的作用；③以地方植物志为数据来源，探讨让地生物多样性规律的可能方法和思路。

1　研究区概况

高黎贡山位于中缅交界地带，地处横断山区南段，介于 24°40′～28°30′N 和 97°30′～99°00′E，其范围是中国怒江（萨尔温江）和缅甸恩梅开江（伊洛瓦底江的上游）之间的分水山脉和山地两侧地域（李恒等　2000)。区域北部位于中国西藏自治区境内，东部和南部位于云南省境内，而西部位于缅甸北部的克钦邦境内，行政区域包括我国云南龙陵县北部、腾冲县全境，保山、泸水、福贡、贡山县的西部、察隅南部以及缅甸北部克钦邦（李恒等　2000)，总面积有 35 452 km^2（图 1)。

受来自印度洋的西南季风的影响，高黎贡山地区在总体上属于季风气候类型，但南北部差异较明显：南部地区具有明显的干湿季，而北部地区四季的降水分配较均匀（图 1)。区域内地形起伏剧烈，多高山深谷，有很多 4000m 以上的高山，同时孕育了平均深度达 2000m 的世界第二大峡谷——怒江大峡谷，这些高山深谷成了物种传播和交流的天然障碍，对高黎贡山地区的植物区系的形成和发展有巨大的作用。

高黎贡山物种资源丰富，区域内共有种子植物 4294 种，隶属于 201 科 1103 属，其中乡土植物 4187 种，隶属于 193 科 1050 属；栽培植物 107 种，隶属于 50 科 92 属（表 1)。

种子植物的各科中以兰科（Orchidaceae）的物种丰富度最高（李恒等　1999)，有 264 种 74 属，这与中国大部分地区以禾本科和菊科物种丰富度最高相比具有明显的特色。

高黎贡山特有种（endemic species，在本文中指分布仅限于高黎贡山这一自然单元内的植物种）非常丰富，共有 434 种，隶属于 88 科 205 属，其中以杜鹃花科（Ericaceae）种数最多，达 50 种。

由于相对高差大且基带纬度低，区域内发育了完整的垂直植被带谱，自下而上依次是热带季雨林带、亚热带常绿阔叶林带（包括季风常绿阔叶林、湿性常绿阔叶林、半湿

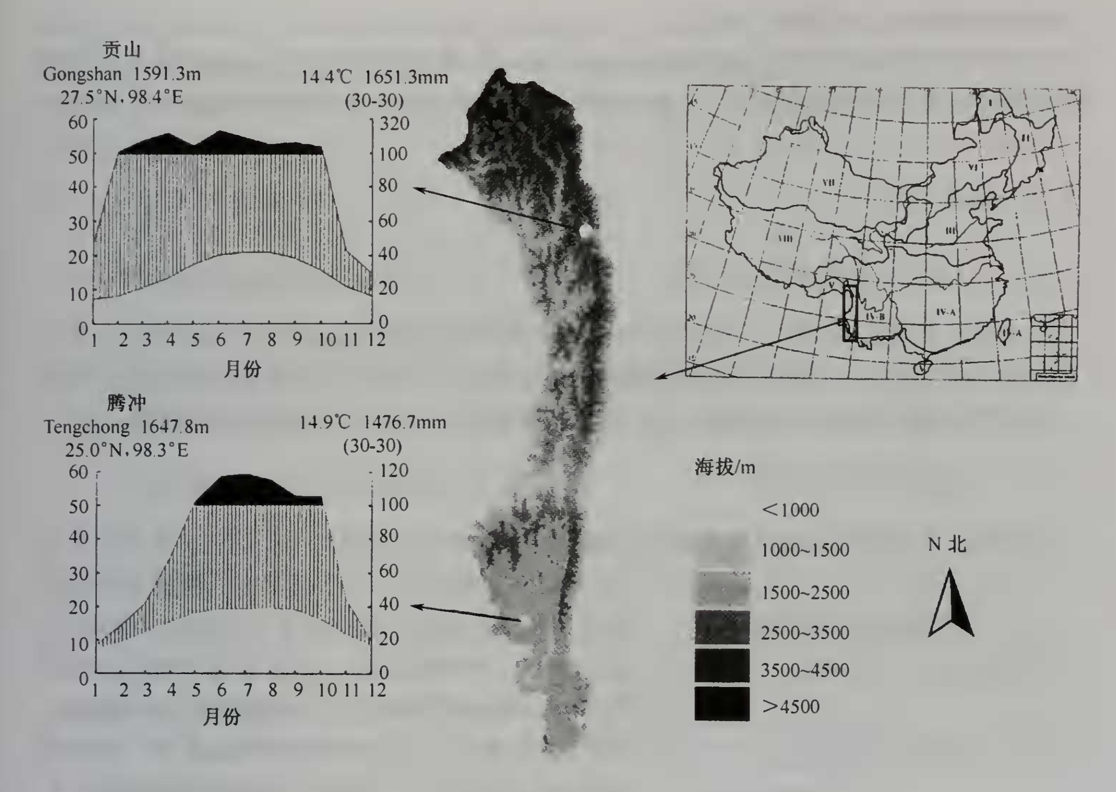


图 1　高黎贡山的位置、地形和生态气候

I：寒温带针叶林区域；II：温带针阔叶混交林区域；III：暖温带落叶阔叶林区域；IV：亚热带常绿阔叶林区域；V：热带季雨林区域；VI：温带草原区域；VII：温带荒漠区域；VIII：青藏高原高寒植被区域（区划方案根据中国植被图编辑委员会　2001）

性常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林)、落叶阔叶林、针叶林、灌丛、草丛和草甸植被，其中亚热带常绿阔叶林是其地带性植被类型（李恒等　2000)。

表 1　高黎贡山种子植物物种的组成

	乡土植物	栽培植物	总计
科数	193	50	2011
属数	1050	92	103
种数	4187	107	4294
裸子植物	31	2	333
双子叶植物	3314	75	389
单子叶植物	842	30	872

注：据李恒等（2000）整理 Based on Flora of Gaoligong Mountains（Li et al.　2000）。

2　资料来源与分析方法

2.1　资料来源

植物物种以及各种植物分布的海拔范围资料是本研究的基础，这些数据主要来自

《高黎贡山植物》（李恒等　2000）。

利用研究区的 DEM（digital elevation model）来表现研究区内的地形特征，所使用的 DEM 来自于根据中国 1∶1 000 000 地形图建立的全国范围的 DEM，分辨率为 0.5km×0.5km。

2.2　分析方法

2.2.1　物种信息数据库的建立

根据《高黎贡山植物》（李恒等　2000）中提供的高黎贡山地区种子植物名录，将每种植物的相关信息，包括其种名和所属科、属的名称、生活型（乔木/灌木/草本）、分布海拔范围、是否为本地区系植物、是否为特有种等信息，输入计算机中建立数据库。

2.2.2　地形特征的计算

首先，将高黎贡山地区由低到高分成若干个海拔段。分段时尽量均匀，基本上以每 500m 为一个海拔段。由于区域内低海拔地区只存在于少数河谷地带，面积很小，因此将 600m 以下地区作为一个海拔段。虽然区域内最高海拔 5000m 以上，不过由于这些高海拔地区面积较小，同时海拔 4600m 以上的物种数量很少，因而将 4600m 以上作为一个海拔段，分段情况见表 2。

表 2　区域内各个海拔段的范围

序号	范围/m
1	<600
2	600～900
3	900～1500
4	1500～2000
5	2000～2500
6	2500～3000
7	3000～3500
8	3500～4000
9	4000～4600
10	>4600

然后，利用 DEM 计算各个海拔段的面积（投影面积）以及平均海拔。其中，面积的计算是根据各个海拔段的海拔范围，利用 GIS 软件对区域 DEM 进行插值运算，得到各个海拔段的象元数，再利用象元数与每个象元代表的实际陆地面积相乘而得到每一个海拔段的实际面积。

2.2.3　物种丰富度沿海拔梯度的变化

根据上述每一海拔段的海拔范围以及每种植物分布的海拔范围，统计每一个海拔段内种子植物的科属、种的数量以及乔木灌木、草本 3 种不同生活型植物的种数。

2.2.4　物种密度沿海拔梯度的变化

一个地区的物种丰富度受该地区面积的影响很大（Arrhenius　1921，MacArthur et al. 1963，He et al. 1996）。为了消除这种面积的影响，使用下式计算物种密度（species density）（Qian　1998）：

$$D = S/\ln A$$

式中，D 为物种密度；S 为区域内物种丰富度；A 为区域面积。与此相类似，还计算了属的密度（genus density）和科的密度（family density）。有研究表明，在 30°N 以北，

物种密度由高纬度向低纬度呈现逐步增加的趋势，并发现物种密度的分布格局与地形有密切关系（Korner　2000）。本文根据各海拔段的物种数量以及相应的面积，计算高黎贡山各个海拔段的物种密度（包括属的密度和科的密度），并依此研究物种密度沿海拔梯度的变化。

3　结果与讨论

3.1　地形沿海拔梯度的变化

在本文中，用不同海拔段的面积和平均海拔来描述区域的地形特征，各个海拔段的面积随海拔梯度的变化如图 2 所示。可以看出，区域的面积随着海拔的升高呈现先增大后减小的趋势，其中在海拔 2000～2500m 的地段（平均海拔为 2184m）面积最大。

3.2　分类群丰富度沿海拔梯度的变化

图 3 显示了区域内各个海拔段的分类群丰富度沿海拔梯度的变化趋势。分类群的丰富度分别在科、属和种 3 个水平上衡量。可以看出，在低海拔地区，随海拔升高，3 个分类群的丰富度都是先迅速增大，后缓慢下降。也就是说，中海拔地区（1500～2000m，平均海拔为 1653m）的分类群丰富度最高。出现最大值的海拔段的植被类型是该地区的地带性植被——亚热带常绿阔叶林（主要分布在海拔 2500m 以下）。这一地段并不是区域内面积最大的海拔段，说明分类群丰富度并不只受区域面积的影响，其他因素也影响物种丰富度的大小。

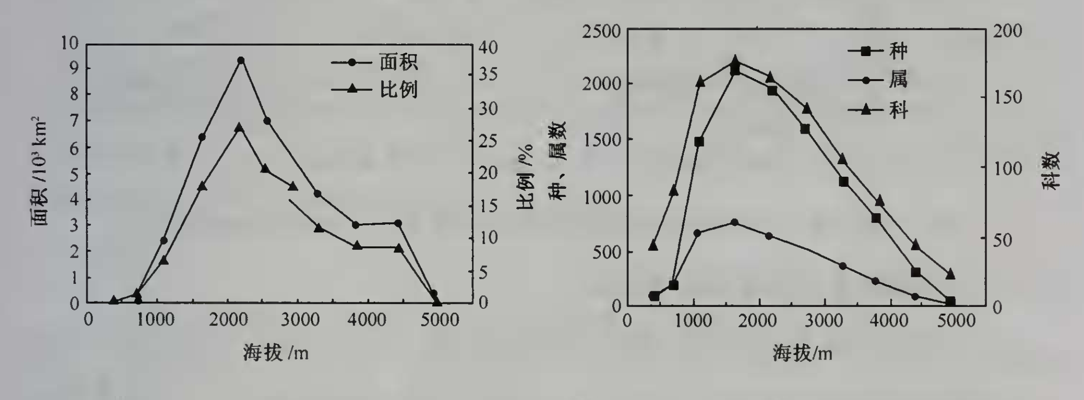


图 2　高黎贡山不同海拔段的面积及所占总面积的比例随海拔的变化

图 3　科属种丰富度随海拔梯度的变化

3.3　不同生活型植物物种丰富度沿海拔梯度的变化

研究表明，不同生活型植物对海拔的敏感程度不同，因而其物种丰富度可能具有不同的海拔梯度格局（Hamilton　1981，Wang et al.　2002），图 4a 反映了乔木、灌木和草本 3 种不同生活型植物的物种丰富度沿海拔梯度的变化趋势。可以看出，随着海拔的升高，乔木、灌木和草本植物物种丰富度的变化趋势是相同的，这与 Hamilton 等（1981）的研究结果不同。随着海拔的升高，3 种生活型植物的物种丰富度均呈现先增

大后减小的趋势。最高值出现在海拔 1500～2000m（平均海拔 1653m）的地段，偏向于低海拔地区，即物种丰富度与海拔呈偏峰曲线关系，这与高黎贡山地区植物总体的物种丰富度沿海拔梯度的分布格局是一致的。图 4b 是各个海拔段范围内，乔木、灌木、草本 3 种生活型植物的种数占该海拔段植物总数的比例沿海拔梯度的变化趋势。可以看到，在各个海拔段，草本植物种数所占的比例均是最高的，其次是灌木植物，乔木植物种数所占比例最低。3 种不同生活型植物所占比例沿海拔梯度的变化趋势都可以分成两个部分：在海拔低于 2500m 的区域，3 种生活型植物的比例随海拔升高的变化不大；而在高于 2500m 的区域，随着海拔的升高，草本植物所占的比例逐渐上升，而灌木和乔木植物所占的比例逐渐下降，到了最高的海拔段（即海拔 4600m 以上）乔木植物所占比例已经降到零。3 种生活型植物所占比例的这种变化与区域内的植被垂直带谱的变化是相对应的：在海拔 3000m 以下，主要是亚热带常绿阔叶林和落叶阔叶林，部分为针叶林和热带季雨林以及灌丛和草丛植被；而在海拔 3000m 以上地区，高山、亚高山草甸开始大量出现，而森林植被和灌丛植被逐渐减少（但还有部分地段为寒温性针叶林、桦木林或寒温性阔叶灌丛植被）。因此，随海拔升高，形成草本植物比例逐渐升高而乔木和灌木比例逐渐降低的格局。

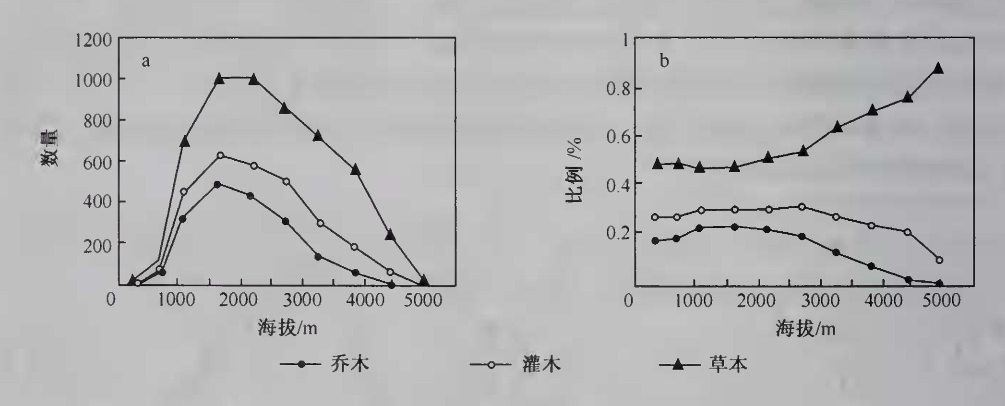


图 4　乔木、灌木、草木 3 种生活型植物物种丰富度及所占比例沿海拔梯度的变化

3.4　分类群密度沿海拔梯度的变化

为了消除面积效应对于物种丰富度分布格局的影响，本文中使用了分类群密度，包括种的密度、属的密度以及科的密度指标。计算结果显示，各个海拔段种、属和科的密度随着海拔梯度的变化呈现出相同的分布格局，即随着海拔的升高，3 个水平的密度在总体上均呈现先上升后下降的趋势，并且最高值出现的位置偏向于低海拔，即物种密度与海拔呈现偏峰关系（图 5）。其中，种和属密度的最高值出现在 1500～2000m（平均海拔 1653m）的海拔段；而科密度的最高值出现在900～1500m的海

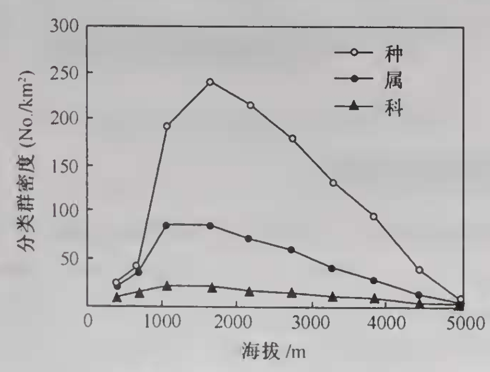


图 5　科、属、种密度沿海拔梯度的变化

拔段。

3.5 植物分布格局的解释

人们很早就观察到了海拔因素对物种丰富度分布格局的影响，不过这一问题至今仍没有形成普遍接受的结论。尽管许多研究表明中海拔水平拥有最高的物种丰富度（Gentry 1988，Lieberman et al. 1996），但也有一些研究表明物种丰富度与海拔梯度呈现负相关或者物种丰富度随海拔的升高没有明显变化。在本文中，物种丰富度（在全部物种以及不同生活型物种水平上）随海拔的升高呈现偏峰曲线关系，即中海拔物种丰富度水平最高（图 3 和图 4）。科、属水平的丰富度也显示了相同的趋势（图 3）。科、属、种的密度也随海拔的升高呈偏峰曲线关系（图 5）。海拔梯度实际上反映了水热状况的梯度变化（Marrs et al. 1988），因此海拔的影响实际反映了气候因子的综合影响（Whittaker 1960）。很多情况下，在低海拔地段，植物生长季节时所需热量充足而水分常常不足；在高海拔地段，水分充足而热量可能成为植物分布的限制因子。相对于低海拔和高海拔，在中海拔地段可能是热量和水分组合最好的生境，从而使得资源的可利用率高（王国宏 2002）。高黎贡山地区相对高差很大，上述现象表现得很明显，这可能是中海拔地区科、属、种数量和密度最高的原因之一。

导致物种丰富度和物种密度与海拔呈现偏峰关系的另一个可能原因是物种的分布存在一个不可逾越的边界（hard boundary）（Colwell et al. 2000）。在山区，物种的分布存在上、下两个边界，上界一般是指由于温度、降水或海拔不够高等条件形成的限制物种进一步向高处分布的界线，而下界一般是由于山地的基带限制了物种进一步向下分布形成的。一般情况下，边界地区物种丰富度会降低。Grytnes 等（2002）对喜马拉雅山地区物种丰富度沿海拔梯度的格局进行了研究，并且通过模型模拟发现，物种分布的边界对于物种丰富度与海拔之间的偏峰曲线关系的形成具有重要的作用。植物分布的这种边界在高黎贡山地区也同样是存在的，这可能也是造成高黎贡山地区物种丰富度和物种密度与海拔之间呈现偏峰曲线关系的一个原因。

4 结论

以上分析结果表明，高黎贡山植物多样性的垂直分布格局具有以下特征：

1）高黎贡山地区全部种子植物的物种丰富度以及乔木、灌木、草本 3 种生活型植物物种丰富度沿海拔梯度的分布格局具有相同的特征，均与海拔之间呈现偏峰曲线关系，其最大值均出现在海拔 1500～2000m 之间。

2）随海拔升高，物种密度先增大后减小，最大值出现在位置偏向于低海拔，即物种密度与海拔呈现偏峰曲线关系。

3）物种丰富度和物种密度垂直分布格局的形成与海拔所反映的水、热状况以及物种分布的界限（hard boundary）有关。

主要参考文献

Arrhenius O. 1921. Species and area. Journal of Ecology, 9(1): 95～99

Brown J H. 2001. Mammals on mountain sides: elevational patterns of diversity. Global Ecology and Biogeography,

10：101～109

Colwell R K，Lees D C. 2000. The mid-domain effect：geometric constraints on the geography of species richness. Trends in Ecology and Evolution，15：70～76

Editorial Board of Vegetation Map of China. 2001. Vegetation Atlas of China. Science Press，Beijing

Gentry A H. 1988. Changes in plant community diversity floristic composition on environmental and geographical gradients. Annals of the Missouri Botanical Garden，75：1～34

Grytnes J A，Vetaas O R. 2002. Species richness and altitude：a comparison between Null Models and interpolated plant species richness along the Himalayan altitudinal gradient，Nepal. American Naturalist，159：294～304

Hamilton A C，Perrott R A. 1981. A study of altitudinal zonation in the montane forest belt of Mt. Elgon，Kenya/Uganda. Vegetatio，45：107～125

He F，Legendre P，LaFrankie J V. 1996. Spatial pattern of diversity in a tropical rain forest in Malaysia. Journal of Biogeography，23：57～74

He J S，Ma K P. 1997. Species diversity. Conservation Biology. Zhejiang Science and Technology Press，Hangzhou，20～33

Jiang M X，Deng H B，Tang T et al. 2002. On spatial Pattern of species richness in plant communities along riparian zone in Xiangxi River watershed. Acta Ecologica Sinica，22 (5)：629～635

Kessler M. 2000. Elevational gradients in species richness and endemism of selected plant groups in the central Bolivian Andes. Plant Ecology，149：181～193

Korner C. 2000. Why are the global gradients in species richness? Mountains might hold the answer. Trends in Ecology & Evolution，15：513～514

Lieberman D. 1996. Large-scale attitudinal gradient in Costa Rica. Journal of Ecology，84：137～152

Li H，Bruce B. 1999. The diversity of Orchidaceae in Gaoligong Mountains，Yunnan. Acta Botanica Yunnanica，6 (Suppl)：65～78

Li H，Guo，H J，Dao Z L. 2000. Flora of Gaoligong Mountains. Science Press，Beijing. (in Chinese)

Lomdino M V. 2001. Elevational gradients of species-density：historical and prospective views. Global Ecology & Biogeogrophy，10：3～13

Mac Arthur H R，Wilson O E. 1963. An equilibrium theory of insular zoogeography. Evolution，37：373～387

Marrs R H，Proctor J，Heaney A et al. 1988. Changes in soils，nitrogen mineralization and nitrification along an attitudinal transect in tropical rain forest in Costa Rica. Journal of Ecology，76：466～482

Myers N，Mittermeier R A，Mutermeier C G et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature，403：853～858

Ohsawa M. 1991. Structural comparison of tropical montane rain forests along latitudinal and altitudinal gradients in South and East Asia. Vegetatio，97：1～10

Ohsawa M. 1995. Latitudinal comparison of altitudinal changes in forest structure，leaf-type，and species richness in humid monsoon Asia. Vegetatio，121：3～10

Qian H. 1998. Large-scale biogeographic patterns of vascular plant richness in North America：an analysis at the genera level. Journal of Biogeography，25：829～836

Shen Z H，Fang J Y，Liu Z L et al. 2001. Patterns of biodiversity along the vertical vegetation spectrum of the east aspect of Gongga Mountain. Acta Phytoecologica Sinica，25(6)：721～732

Shen Z H，Zhang X S，Jin Y X. 2000. Spatial pattern analysis and topo-graphical interpretation of species diversity in the forests of Dalaoling in the region of the Three Gorges. Acta Botanica Sinica，42(6)：620～627

Stevens G C. 1992. The elevational gradient in altitudinal range：an extension of Rapoport's latitudinal rule to altitude. American Naturalist，140：893～911

The Compilation Group of China's biodiversity. 1998. China's Biodiversity：A Country Study. China Environmental Science Press，Beijing

Wang G H. 2002. Species diversity of plant communities along an altituditnal gradient in the middle section of northern

slope of Qilian Mountains, Zhangye, Gansu, China. Biodivesity Science, 10(1): 7～14

Wang G H, Zhou G S, Yang L M et al. 2002. Distribution, species diversity and life-form spectra of plant communities along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilianshan Mountains, Gansu, China. Plant Ecology, 165: 169～181

Whittaker R H, Niering W A. 1975. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona. V. Biomass, production and biodiversity along an elevational gradient. Ecology, 56: 771～790

Whittaker R H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. Ecological Monographs, 30 (3): 279～338

Pattern of species richness along an altitudinal gradient on Gaoligong Mountains, Southwest China

WANG Zhi-heng CHEN An-ping PIAO Shi-long FANG Jing-yun

(Department of Ecology, College of Environmental Sciences, Center for Ecological Research & Education and Key Laboratory for Earth Surface Processes of the Ministry of Education, Peking University, Beijing 100871)

Abstract Patterns of species richness along altitudinal gradients have become a focus of ecological research. We explored the patterns of seed plants richness along an altitudinal gradient on Gaoligong Mountains, Southwest China. Information an seed plants and their distribution ranges was collected from *Flora of Gaoligong Mountains*, and the DEM (Digital Elevation Model) was derived from a topographical map of this region. Using these datasets, altitudinal patterns of richness and species density of all seed plant species and plants of three different life forms (trees, shrubs and herbaceous plants), as well as their relationship with topographic parameters were studied. The results are summarized as follows: ①the species richness increased rapidly first and then decreased with increasing elevation, peaking at the altitudes of between 1500m and 2000m; ②similar to the altitudinal pattern of species richness, species, genus and family densities (number of taxa per unit area) also showed a humped pattern along the altitudinal gradient. Species density reached a maximum between 1500m and 2000m, with an average of 1653m, while genus and family densities peaked between 900～1500m, with an average of 1089m; and ③energy and moisture represented by elevation, as well as hard boundaries of species distribution were possible factors determining the patterns of species richness and density.

Key words species richness, species density, life form, altitudinal pattern, altitudinal gradient, topography

高黎贡山旱冬瓜 *Frankia* 的 IGS PCR-RFLP 分析*

代玉梅　曹　军　唐晓萌　张成刚

（中国科学院沈阳应用生态研究所，沈阳　110016）

摘　要　在云南省高黎贡山自然保护区海拔 1310～2400m 的范围内，采集 30 个旱冬瓜根瘤样品，直接从根瘤中提取 *Frankia* DNA，对其 *nifD-nifK* 基因间隔区（intergenic spacer，IGS）和 16S～23S rDNA IGS 进行 PCR-RFLP 分析。结果表明，*nifD-nifK* IGS 的 PCR 产物长度差异很大，经 *Hae* III 和 *Afa* I 双酶切后，得到 15 种酶切带型，检测到多种基因型的菌株同时与同一株宿主植物共生；16S～23S rDNA IGS 的 PCR 产物长度相似，酶切后亦区分出 15 种酶切带型。通过对两个基因间隔区的 PCR-RFLP 联合分析，发现高黎贡山旱冬瓜 *Frankia* 存在 20 种基因型。

关键词　*Frankia* 基因型，高黎贡山，IGS　PCR-RFLP

旱冬瓜（*Alnus nepalensis*）是桦木科桤木属的落叶乔木，在云南省高黎贡山整个山体海拔 2400m 以下有普遍分布。旱冬瓜生长迅速，可改善土壤肥力，促进生态恢复，同时其木材用途广泛，因此具有重要的生态和经济价值。旱冬瓜的这些特性与其根瘤内的放线菌 *Frankia* 为其提供丰富的氮源是分不开的。不同基因类型的 *Frankia* 有不同的侵染能力和固氮效率。探明与旱冬瓜共生的 *Frankia* 的基因类型，可为今后开展旱冬瓜 *Frankia* 的协同进化、最适共生以及提高其固氮效率等方面的研究奠定基础。

Frankia 基因多样性的研究方法很多，如 RFLP（restriction fragment length polymorphism）、RAPD（randomly amplified polymorphic DNA）、REP-PCR（repeated sequence PCR）、PCR-RFLP 等。其中，最后一种方法以特异性引物扩增目的基因，避免了对可能混入的宿主植物、其他共生菌或污染菌 DNA 的扩增，因此可以直接对来源于根瘤的 *Frankia* 菌株进行研究。

在云南省高黎贡山国家级自然保护区海拔 1310～2400m 的范围内，采集旱冬瓜根瘤样品 30 个，直接从根瘤中提取 *Frankia* DNA，对其 *nifD-nifK* 基因间隔区（intergenic spacer，IGS）和 16S～23S rDNA IGS 进行 PCR-RFLP 分析，以便准确地查明高黎贡山旱冬瓜 *Frankia* 基因的多样性。

1　研究地区与研究方法

1.1　自然概况

高黎贡山位于云南省西部与缅甸北部交界（24°34′～28°22′N）处，具有独特的地质条件和生态环境，生物资源极为丰富，且富含古老和孑遗类型，是进行生物起源及多

* 本文2004年发表于《应用生态学报》，15(2)：186～190。

样性研究的理想地区。

高黎贡山国家自然保护区位于高黎贡山的南段，山势陡峭，峰谷南北相间排列，具有极典型的高山峡谷自然地理垂直带景观和丰富多样的动植物资源。东西坡海拔1600～2800m的地区是自然保护区的主体，连接东喜马拉雅区，组成了我国引人注目的原始阔叶林区。

1.2 研究方法

1.2.1 根瘤

根瘤在海拔1300～2400m处采集（表1）。采集到的根瘤经晾干后，在－20℃条件

表1 采集的根瘤样品

编号	纬度	经度	海拔/m
An01	24°56′06″	98°34′98″	2010
An02	24°54′92″	98°36′47″	1580
An03	24°50′79″	98°45′10″	1990
An04	24°50′79″	98°45′11″	2000
An05	24°49′46″	98°46′72″	2020
An06	24°49′46″	98°46′72″	2020
An07	24°48′26″	98°47′56″	1890
An08	24°48′27″	98°47′55″	1870
An09	24°48′27″	98°47′55″	1870
An10	24°48′11″	98°47′73″	1930
An11	24°48′10″	98°47′73″	1950
An12	24°48′04″	98°47′74″	1990
An13	24°48′08″	98°47′74″	2030
An14	24°48′07″	98°47′74″	2030
An15	24°48′05″	98°47′76″	1990
An16	24°48′05″	98°47′78″	2000
An17	25°01′27″	98°40′77″	1310
An18	24°58′54″	98°43′83″	2020
An19	24°58′38″	98°43′76″	2010
An20	24°58′38″	98°43′76″	2010
An21	24°58′41″	98°43′75″	2080
An22	24°58′41″	98°43′75″	2120
An23	24°58′41″	98°43′75″	2120
An24	24°58′41″	98°43′75″	2120
An25	24°58′38″	98°43′70″	2320
An26	24°58′37″	98°43′69″	2350
An27	24°58′37″	98°43′69″	2360
An28	24°58′37″	98°43′69″	2400
An29	24°58′48″	98°43′77″	2020
An30	24°59′52″	98°37′78″	2050

注：An表示旱冬瓜（*Alnus nepalensis*）。

下储存，备用。

1.2.2　DNA 提取

取－20℃冷藏的根瘤 0.1g，洗净，用 30%过氧化氢表面消毒后，磨碎，加 CTAB 提取液（2%CTAB，100mmol/L Tris，20mmol/L EDTA，1.4mol/L NaCl，1%PVP）1000μl，在 65℃孵育 2h。用氯仿和异戊醇（24∶1）抽提 2 次，用 1/10 体积 3mol/L 的乙酸钠和 1 倍体积冰乙醇沉淀 DNA。DNA 沉淀经乙醇洗涤 2 次后用去离子水溶解，加等体积的 PEG-NaCl 混合液（20%聚乙二醇 8000MW，2.5mol/L NaCl）于 DNA 溶解液中进行纯化，37℃保温 15min 后离心。DNA 沉淀用乙醇洗涤 2 次，去离子水溶解后，置于－20℃，备用。

1.3　PCR 扩增

选择 *Frankia* 的特异性引物 FGPD807-85（5′-CACTGCTACCGGTCGATGAA-3′）和 FGPK333′-355（5′-CCGGGCGAAGTGGCT-3′）对 *nifD-nifK* IGS 区段进行扩增，扩增片段包括 *nifD* 3′端、IGS、*nifK* 5′端；选择侵染 *Alnus-Casuarina* 的 *Frankia* 的特异性引物 FGPS989ac（5′-GGGGTCCGTAAGGGTC-3′）和 FGPL132′（5′-CCGGGTTTCCCCATTCGG-3′）扩增 16S～23S rDNA IGS，扩增片段包括 16S 3′端、IGS、23S 5′端。

PCR 扩增反应在 Whatman 公司温度梯度扩增仪上进行。50μl 体系中包括：DNA 模板 5～10ng，Mg^{2+} 2.5mmol/L，dNTP 0.2mmol/L，引物各 0.2μmol/L，exTaq DNA聚合酶 1.5U（TakaRa 公司）。PCR 反应在 95℃预变性 5s 后，进行以下 35 个循环：95℃变性 30s，58℃（*nifD-nifK* IGS）或者 50℃（6S～23S rDNA IGS）退火 30s，72℃延伸 2min，最后在 72℃下延伸 5min。0.8 % 琼脂糖电泳检侧，产物于－20℃储存备用。

1.4　限制性内切核酸酶酶切

对 5μl（*nifD-nifK* IGS）或 10μl（16S～23S rDNA IGS）PCR 产物进行 *Hae* III 和 *Afa* I（TakaRa 公司）双酶切 12 h。酶切反应严格按照供应商提供的说明书进行。取 5μl 酶切产物在 Bio-RAD Mini-Protean II Vertical Gel System 上进行 15%聚丙烯酰胺（PAG）电泳，然后胶银染。

1.5　数据处理

胶片用 Bio-RAD 的凝胶成像系统拍照，Quantity one 软件判读酶切条带的分子质量，并转化为二元性状编码。编码用 Phytool 1.2 Jaccard 联合系数计算出相似性。

2　结果与讨论

2.1　*nifD-nifK* IGS 的 PCR-RFLP 分析

27 个样品获得 *nifD-nifK* IGS 的 PCR 产物。PCR 产物长度为 1100～1500bp，差

异显著。5个样品（An02、An09、An10、An13、An17）的片段长度为1350bp左右；4个样品（An06、An07、An19、An25）的片段长度略短于前述样品，为1250～1320bp；12个样品（An01、An03、An04、An08、An11、An15、An18、An20、An22、An24、An26、An30）的片段长度为1170bp左右；样品An05的片段长度为1100bp左右。5个样品的PCR产物为多片段，An16、An29有1350bp和1170bp两个片段，An14、An27、An28在1250～1500bp有3～4个片段。Lumini应用相同引物对赤杨 *Frankia* 纯培养结果表明，侵染赤杨属不同树种的 *Frankia* 菌株的 *nifD-nifK* IGS扩增产物在长度上表现出显著差异，而我们的实验则进一步揭示，侵染同种赤杨（*A. nepalensis*）的 *Frankia* 也有不同长度的片段，并发现5个样品的PCR产物为多片段。因未见 *Frankia* 菌株的基因组中含有多拷贝 *nifD* 或 *nifK* 基因的报道，可以认为多片段现象是不同基因型（具有不同 *nifD-nifK* IGS长度）的 *Frankia* 菌株与同一株植物同时共生所致。

PCR产物经 *Hae* III和 *Afa* I双酶切后，可得15种酶切带型（*nif*-type）（表2）各带型的相似性最大为94.1%，最小为9.5%，平均为43.5%（表3）。相同长度的PCR产物经酶切后有相同或相似的带型；不同长度的PCR产物酶切带型差异较大。初步认定，*nif*-type IX与 *nif*-type I或 *nif*-type II的 *Frankia* 菌株同时存在于An16与An29这两个样品中。经过下面2.2的16S～23S rDNA PCR-RFLP分析后可确定，是基因型为 *nif*-type II与 *nif*-type IV的 *Frankia* 菌株同时与同一宿主植株共生。同样，样品An14、An27、An28也被多种基因型 *Frankia* 菌株所侵染，但很难确定这些菌株的基因型。一方面可能是我们所采集的样品还不能包括高黎贡山所有的 *Frankia* 的基因型，

表2　*nifD-nifK* 与16S～23S rDNA IGS的酶切带型

nifD-nifK IGS的酶切带型 *nif*-type	样品	16S～23S IGS的酶切带型 *rrn*-type	样品
I	An03，An08，An15，An20，An30	I	An03，An08，An15，An20
II	An01，An04，An18，An22，An24，An26	II	An01，An04，An10，An18，An21，An22，An24，An26
III	An11	III	An11
IV	An05	IV	An05
V	An09	V	An09，An13
VI	An13	VI	An12
VII	An06	VII	An06
VIII	An07	VIII	An07
IX	An10，An17	IX	An17
X	An02	X	An02
XI	An19，An25	XI	An19
XII	An16，An29	XII	An16
XIII	An14	XIII	An29
XIV	An27	XIV	An23
XV	An28	XV	An30

因而未能检测到侵染这 3 个样品的菌株独自侵染一株宿主植物的状态（表现为 *nifD-nifK* IGS 的 PCR 产物为单一片段）；另一方面，也可能是存在于这 3 个样品中的 *Frankia* 菌株并不能单独侵染一株植物，在其他基因型菌株存在时才能侵染宿主植物，如长度为 1500bp 左右的片段只能在这 3 个样品中找到。当然无论哪种可能性，都需要对高黎贡山的 *Frankia* 资源做进一步调查，以便揭示多种基因型菌株与同一宿主植株共生的实质。

表 3　*nifD-nifK* IGS 的酶切带型的相似性

nif-type	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
I	1.000														
II	0.692	1.000													
III	0.400	0.500	1.000												
IV	0.118	0.118	0.125	1.000											
V	0.368	0.300	0.316	0.095	1.000										
VI	0.263	0.143	0.211	0.167	0.647	1.000									
VII	0.400	0.313	0.333	0.200	0.389	0.278	1.000								
VIII	0.222	0.135	0.167	0.188	0.300	0.263	0.500	1.000							
IX	0.375	0.294	0.313	0.118	0.733	0.600	0.313	0.222	1.000						
X	0.353	0.276	0.294	0.111	0.800	0.667	0.294	0.211	0.917	1.000					
XI	0.313	0.313	0.250	0.200	0.190	0.211	0.538	0.500	0.235	0.222	1.000				
XII	0.688	0.588	0.368	0.143	0.632	0.450	0.368	0.227	0.688	0.647	0.300	1.000			
XIII	0.333	0.273	0.286	0.136	0.600	0.429	0.500	0.474	0.647	0.611	0.500	0.571	1.000		
XIV	0.350	0.286	0.238	0.143	0.550	0.450	0.529	0.421	0.588	0.556	0.529	0.600	0.833	1.000	
XV	0.400	0.333	0.227	0.136	0.524	0.429	0.500	0.400	0.556	0.526	0.500	0.650	0.789	0.941	1.000

2.2　16S～23S rDNA IGS 的 PCR-RFLP 分析

26 个样品获得了 16S～23S rDNA IGS 的 PCR 产物，经琼脂糖电泳分析，均显示为 1100bp 左右的单一片段，部分样品见图 3。这些样品的 16S～23S rDNA IGS PCR 产物长度差别不大，但其 *nifD-nifK* IGS 的 PCR 产物或在长度上差异显著或为出现多片段现象。*Frankia* 的基因组中含有 2 个拷贝的 rDNA 操纵子，但本实验与应用相同引物的其他研究都未发现 2 个拷贝的 16S～23S rDNA IGS 长度存在不同。

16S～23S rDNA IGS PCR 产物经 *Hae*III 和 *Afa*I 双酶切后，也得到 15 种酶切带型（*rrn*-type），各带型间的相似性最大为 90.9%，最小为 31.3%，平均为 57.6%（表 4）。带型间的平均相似性大于 *nifD-nifK* IGS 的酶切带型间的相似性，说明 *nifD-nifK* IGS 具有更大的差异。

结合 *nifD-nifK* IGS 的 PCR-RFLP 分析，基本上相同或相似的 *nif*-type 的样品有相同或相似的 *rrn* -type，不同的 *nif*-type 的样品有不同的 *rrn*-type，但 An10、An17 有相同的 *nif*-type，可 *rrn*-type 的相似性却只有 31.3%；An11、An19 的 nif-type 相似性为 20%，*rrn*-type 却有 83.3% 的相似性。由于样品 An16、An29 的图谱中含有 *rrn*-type II 的酶切条带，因此可以推断具有 *rrn*-type II、*nif*-type II（*nif*-type II 菌株有相同 *rrn*-type II）的 *Frankia* 菌株是侵染样品 An16、An29 的两种菌株之一，而另一种菌株的两个样品不同，是具有相同 *nif*-type IX，不同 *rrn*-type（分别与 V、IX 相似，但

不包含其全部酶切条带）的 *Frankia* 菌株。An14、An27 和 An28 得到了多片段的 *nifD-nifK* IGS PCR 产物，却未能得到 16S～23S rDNA IGS 的 PCR 产物，可能是由于扩增后的引物所需的反应条件更为严格，而侵染这 3 个样品的菌株状况复杂，干扰了引物与 DNA 模板结合，所以未能得到相应的 PCR 产物。

表 4　16S～23S IGS 的酶切带型的相似性

nif-type	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
I	1.000														
II	0.538	1.000													
III	0.833	0.538	1.000												
IV	0.500	0.462	0.615	1.000											
V	0.375	0.638	0.467	0.500	1.000										
VI	0.615	0.683	0.615	0.538	0.400	1.000									
VII	0.467	0.429	0.467	0.500	0.375	0.615	1.000								
VIII	0.438	0.400	0.533	0.511	0.643	0.467	0.438	1.000							
IX	0.400	0.583	0.500	0.538	0.909	0.429	0.400	0.222	1.000						
X	0.400	0.462	0.500	0.429	0.750	0.333	0.313	0.211	0.818	1.000					
XI	0.833	0.538	0.833	0.500	0.375	0.750	0.571	0.500	0.400	0.400	1.000				
XII	0.500	0.900	0.500	0.429	0.615	0.538	0.400	0.227	0.667	0.538	0.500	1.000			
XIII	0.467	0.818	0.467	0.400	0.692	0.500	0.375	0.474	0.615	0.500	0.467	0.909	1.000		
XIV	0.313	0.357	0.400	0.429	0.500	0.333	0.615	0.421	0.429	0.333	0.313	0.333	0.400	1.000	
XV	0.818	0.500	0.818	0.462	0.333	0.583	0.429	0.400	0.357	0.462	0.819	0.462	0.429	0.267	1.000

2.3　联合分析确定 *Frankia* 的基因型

从 PCR 产物长度以及酶切带型的相似性看，*nifD-nifK* IGS 显示出更大的差异，并可直接检测到多种基因型与同一宿主植株同时共生的状况。16S～23S rDNA IGS 的 PCR 产物无显著差异，但酶切后仍可检测出 15 种酶切型，同时有相同 *nif*-type 菌株，可能有不相同的 *rrn*-type；反之，有相同的 *rrn*-type 菌株，也可能有不同的 *nif*-type，因此只有把 *nifD-nifK* IGS 和 16S～23S rDNA IGS PCR-RFLP 类型联合起来分析，才能更准确地区分出不同基因型菌株。经过 16S～23S rDNA IGS 的 PCR-RFLP 分析后确定的具有 *nif*-type II 的 *Frankia* 菌株侵染 An16、An29。

把不能具有完全相同 *nif*-type 和 *rrn* -type 的 *Frankia* 菌株定为不同的基因型，那么 23 个可得到 2 种目的区段 PCR 产物的样品就可以区分出 15 种基因型（为讨论方便，An16、An29 定为两种基因型）。An25 与 An21 只得到一种目的区段 PCR 产物，但它们在上述 15 种基因型中可以找到具有相同 *nif*-type 或 *rrn*-type 的菌株，所以侵染这两个样品的基因型已包括在上述 15 种基因型中。An12、An23 虽未得到 *nifD-nifK* IGS 的 PCR 产物，但由于其 *rrn*-type 不同于上述 15 种基因型的 *rrn* -type，因此无论其 *nif*-type 为何种类型，都可定为 2 种新基因型，An14、An27 和 An28 定为 3 种基因型。30 个样品总计可区分出 20 种基因型的 *Frankia* 菌株。

3　结论

经过对高黎贡山旱冬瓜 *Frankia* 的 *nifD-nifK* IGS 和 16S～23S rDNA IGS 进行

PCR-RFLP 分析，发现前一基因间隔区的差异更大，但二者均得到 15 种酶切带型。经联合分析后，确定 30 个根瘤样品存在 20 种基因型 *Frankia* 菌株，其中 5 个样品被检测到不同基因型菌株与同一株植物同时形成共生，说明高黎贡山旱冬瓜 *Frankia* 具有丰富而复杂的基因多样性。

主要参考文献

Hahn D, Nickel A, Dawson J. 1999. Assessing *Frankia* populations in plants and soil using molecular methods. Microbiol Ecol, 29: 215～227

Huguet V, Batzli J, Zimpfer J. 2001. Diversity and specificity of *Frankia* strains in nodules of sympatric *Myrica gale*, *Alnus incana*, and *Shepherdia canadensis* determined by rrs gene polymorphism. Appl Environ Microbiol, 67(5): 2116～2122

Li H, Guo H J, Dao Z L. 2000. Flora of Gaoligong Mountains. Beijing: Science Press

Lumini E, Bosco M. 1999. Polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphisms for assessing and increasing biodiversity of *Frankia* culture collections. Can J Bot, 77 (9): 1261～1269

Nalin R, Normand P, Simonet P. 1999. Polymerase chain reaction and hybridization on DNA extracted from soil as a tool for *Frankia* spp. population distribution studies in soil, Can J Bot, 77(9): 1239～1247

Normand P, Cournoyer B, Simonet P. 1992. Analysis of a ribosomal RNA operon in the actinomycete *Frankia*. Gene, 111: 119～124

Pereze N, Olivera H, Vasquez L. 1999. Genetic characterization of Mexican *Frankia* strains nodulating *Casuarina equisetifolia*. Can J Bot, 77(9): 1214～1219

Ritchie N, Myrold D. 1999. Geographic distribution and genetic diversity of *Ceanothus*-infective *Frankia* strains. Appl Environ Microbiol, 65: 1378～1383

Ritchie N, Myrold D. 1999. Phylogenetic placement of uncultured *Ceanothus* microsymbionts using 16S rRNA gene sequences. Can J Bot, 77(9): 1208～1213

Rouvier C, Prin Y, Reddell P. 1996. Genetic diversity among *Frankia* strains nodulating members of the family Casuarinaceae in Australia revealed by PCR and restriction fragment length polymorphism analysis with crushed root nodules. Appl Environ Microbiol, 62: 979～985

Simonet P, Navarro E, Rouvier C. 1999. Co-evolution between *Frankia* populations and host plants in the family Casuarinaceae and consequent patterns of global dispersal. Environ Microbiol, 1(6): 525～533

Wu S H, Zhang H W, Xiong Z. 2001. Biodiversity of *Frankia* strains in nodules from *Alnus* and *Hippophae* by ARDRA. Chin J Appl Ecol, 12(6): 883～886

Zou Y P, Ge S, Wang X D. 2001. Molecular Fingerprint in Systematic and Evolution Botany. Beijing: Science Press

Diversity of *Frankia* in nodules of *Alnus nepalensis* at Gaoligong Mountains revealed by IGS PCR-RFLP analysis

DAI Yu-mei　CAO Jun　TANG Xiao-meng　ZHANG Cheng-gang

(Institute of Applied Ecology, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China)

Abstract 30 nodule samples were used to assess the diversity of *Frankia* strains symbiotically associated with *Alnus nepalensis* naturally occurring at the Gaoligong

Mountains in Yunnan Province, China. DNA was extracted directly from nodules, and its two target DNA regions that encode *nifD-nifK* intergenic spacer (IGS) and 16S~23S rDNA IGS was studied by PCR-RFLP. The PCR fragments yielded by the *nifD-nifK* IGS were noticeably different in size, and when they were digested by *Hae* III. and *Afa* I, 15 *nif*-type *Frankia* strains could be detected, the PCR-RFLP result of this region also could show that more than one genotype *Frankia* strains could form symbiosis with individual plants at the same time. The 16S~23S rDNA IGS had similar PCR fragments, but still identified 15 *rrn*-type strains after digested by *Hae* III and *Afa* I. 20 genotype strains could be found only when combined the PCR-RFLPs of two target regions.

Key words Genotype of *Frankia*, Gaoligong Mountains, IGS PCR-RFLP

云南潞江坝怒江干热河谷植物区系研究*

曹 永 恒

（云南省国土资源研究室，昆明 650041）

摘 要 潞江坝 1300m 以下干热河谷地区计有种子植物（不包括栽培）81 科，259 属，361 种，其中的肠须草属（*Enteropogon*），为云南未见记录的属。本植物区系明显是热带性质，热带、亚热带科占 51.2%，热带属 77.6%；一些属种与印度、非洲甚至美洲稀树草原相同或相似。这意味着该植物区系在起源和联系上较古远，具有古南大陆的残余背景。C_4 禾本科植物的分布与气候有一定的相关性，本文认为这类植物的多少可以作为生境干热程度的指标之一。

关键词 干热河谷，植物区系，C_4 禾本科植物，聚类分析

潞江坝是云南著名的干热河谷之一，现已成为小粒咖啡、芒果、胡椒等热带作物的重要产地。长期的开发利用，已使河谷生态系统遭受不同程度的破坏。本文在实地调查的基础上，对潞江坝干热河谷植物区系做了初步研究，旨在探讨该区的区系组合特征，为当地生态系统的恢复和热区的深层开发建设提供较详细的基础资料。

1 环境概况

潞江坝位于保山市的西南部，怒江的中下游。江面海拔 670m，从河床阶地向两侧延伸为低山、中山，相对高差在 2000m 左右。地形下陷、深切，呈南北向狭长盆地。本研究主要涉及道街、坝湾、芒宽三乡海拔 1300m 以下的河谷地区，即约北纬 24°59′，东经 98°53′附近的阶地、山坡。

本区在大地理单元上属印度洋西南季风区，干湿季非常明显。天气系统主要受西风南支急流和西南季风的控制，这两支气流的更替本身已构成季节性干旱，是本区干热的基本原因；深陷封闭的地形所产生的背风雨影作用、焚风效应、辐射效应却使这种干燥更趋严重，是本区干热的主要原因。据对潞江坝气象站 28 年气候资料统计，年太阳总辐射 579.70kJ/cm^2；年均温 21.5℃，最冷月均温 13.9℃，最热月均温 26.4℃，极端最低温 0.2℃，极端最高温 40.4℃，＞10℃积温 7800℃；年降水量 751.4mm，雨季（5～10 月）降水量 618.6mm，占年降水量的 82%，干季（4～11 月）降水量 132.8mm，只占年降水量 18%；年均干燥度 1.9，土壤以燥红壤为主。植被主要为稀树灌木草丛。由此可以认为，本区气候为南亚热带向热带过渡的干热河谷气候。与世界热带稀树草原的一般气候指标相比，光能接近，降水偏少，只是温度偏低，这说明潞江坝干热河谷气候和热带稀树草原气候是近似的。

---

* 本文 1993 年发表于《云南植物研究》，15(4)：339～345。

2　区系组成

2.1　科属种组成

潞江坝1300m以下干热河谷地区计有蕨类以上高等植物107科，349属，481种(包括变种)。其中蕨类植物8科，8属，10种；种子植物99科，341属，471种。除去栽培的，尚有野生物种81科，259属，361种，从种子植物的种数看，少于昆明西山地区（920种），更少于西双版纳地区（3663种），而和元谋（502种）、巧家（508种）等干热河谷地区较接近。

在种子植物区系的81个科中，禾本科有55种，占全部种数的15.2%，数量最多。其次是蝶形花科，有32种，占总种数的8.7%。种数在10种以上的共7科，1科1种的共33种。从统计看，优势科突出，含单种的科较多（表1）。这种特殊的区系组成是干热环境的一个特征，元谋、巧家、南涧等干热河谷地区也有类似的特点。

表1　潞江坝干热河谷地区种子植物区系分类统计

项目	10种以上	5～9种	2～4种	单种	合计
科数	7	15	26	33	81
占总科数和百分数/%	8.6	18.5	32.1	40.7	100
种数	162	95	71	33	361
占总种数的百分数/%	44.9	26.3	19.7	9.1	100

2.2　分布区类型组成

从种子植物科的分布区类型统计看，热带、热带到亚热带科占大多数，共51科，占全部科的51.5%；世界分布科次之，有24科，占24. 2%；热带到温带科居三，有19科，占19.2%；温带科最少，仅5科，占5.1%。当然，科包含的分类群太多，对分布区的性质表现意义并不很大。

统计种子植物区系259个属的分布区类型表明，世界分布有25属，占总属数的9.7%；热带成分（序号2～7）201属，占77.6%；温带成分（序号8～14）有32属，占12.3%；中国特有1属，仅占0.4%（表2）。显然，潞江坝干热河谷植物区系明显是热带性质。

在201个热带分布属中，最多的是泛热带分布类型，计107属，占总属数的41.3%。其中的扭黄茅（*Heteropogon*）、孔颖草（*Bothriochloa*）和叶下珠（*Phyllanthus*），数量最多，分布最广，构成当地植被的主体；还有榄仁树（*Terminalia*）和马蹄果（*Protium*），计有诃子（*T. chebula*）、滇榄仁（*T. francheti*）、薄叶滇榄仁（*T.* f. var. *membranifolia*）和马蹄果（*P. serratum*）4个种和变种，为当地的标志种。此外，热带亚洲至热带美洲分布的有11属，占4.2%，常见的有仙人掌（*Opuntia*）和山芝麻（*Helicteres*），前者为肉质多刺灌丛的建群植物。旧世界热带分布的有24属，占9.3%，其中的拟金茅（*Eulaliopsis*）、合欢（*Albizia*）、虫豆（*Atylosia*）、千斤拔

表 2　几个地区的种子植物属的分布区类型组成

地区	潞江坝		元谋①		昆明地区①		会泽大海①		易门绿汁江十街河②		宾川鸡足山③		四川渡口地区④		巧家⑤		六库⑥		南涧⑦		西双版纳大勐笼⑧	
分布区类型比例	属数	占%	属数	占%	属数	占%	属数	占%	属数	占%	属数	占%	属数	占%	属数	占%	属数	占%	属数	占%	属数	占%
1. 世界分布	25	9.7	32	12.0	80	12.3	25	13.9	16	10.2	15	10.3	34	12.1	35	14.5	26	9.5	29	12.4	5	2.1
2. 全热带分布	107	41.3	98	36.9	111	1.7	5	2.8	39	24.8	20	15.3	56	20	70	29.0	104	37.3	90	38.6	59	24.6
3. 热带亚洲至热带美洲间断分布	11	4.2	6	2.3	10	1.5	0	0	8	5.2	5	3.8	8	2.9	8	3.3	9	3.3	8	3.4	11	4.6
4. 旧世界热带分布	24	9.3	25	9.4	33	5.1	1	0.6	17	10.8	7	5.3	21	7.5	18	7.5	27	9.8	18	7.7	33	13.8
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布	13	5.0	6	2.3	20	3.1	0	0	6	3.8	7	5.3	10	3.6	8	3.3	9	3.3	7	3.0	27	11.3
6. 热带亚洲至热带非洲分布	23	8.9	19	7.1	43	6.5	2	1.1	17	10.8	9	6.9	14	5	22	9.1	19	6.9	21	9.0	18	7.5
7. 热带亚洲（印-马）分布	23	8.9	15	5.6	36	5.5	0	0	13	8.3	12	9.2	24	8.6	15	6.2	21	7.6	10	4.3	78	32.5
8. 北温带分布	15	5.8	25	9.4	139	21.2	93	51.6	19	12.1	39	29.8	55	19.6	29	12.0	28	10.2	22	9.4	0	0
9. 东亚和北美洲间断分布	4	1.5	6	2.3	40	6.1	6	3.3	3	1.9	10	7.6	14	5	8	3.3	11	4	4	1.7	5	2.1
10. 旧世界温带分布	4	1.5	14	5.3	44	6.7	18	10	5	3.2	5	3.8	12	4.3	13	5.4	11	4	9	3.9	2	0.8
11. 温带亚洲分布	1	0.4	2	0.7	7	1.1	2	1.1	2	1.3	2	1.5	2	0.7	1	0.4	1	0.4	2	0.9	0	0
12. 地中海、西亚至中亚分布	1	0.4	2	0.7	5	0.8	0	0	3	1.9	2	1.5	2	0.7	2	0.8	3	1.1	2	0.9	0	0
13. 中亚分布	0	0	1	0.4	1	0.2	0	0	1	0.6	0	0	0	0	1	0.4	1	0.4	0	0	0	0
14. 东亚分布	7	2.7	12	4.5	64	9.8	25	13.9	6	3.8	13	9.9	26	9.3	11	4.7	5	1.8	9	3.9	2	0.8
15. 中国分布	1	0.4	3	1.1	20	3.1	3	1.7	2	1.3	0	0	2	0.6	0	0	0	0	2	0.9	0	0
合计	259	100	266	100	653	100	180	100	157	100	146	100	280	100	241	100	275	100	233	100	240	100
聚类代号	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11	

注：① 欧晓昆．元谋干热河谷的植被及植物区系，云南大学生态学与地植物学研究所硕士论文，1986.

② 陈洁．易门绿汁江十街河河谷植被的研究．云南大学生态学与地植物学研究所硕士论文，1987.

③ 苏文华．鸡足山常绿阔叶林的群落学分析．云南大学生态学与地植物学研究所硕士论文，1987.

④ 据四川省林业研究所“金沙江干热河谷渡口地区荒山造林研究集刊”附的植物名录统计，1975.

⑤ 曹敏．巧家金沙江干热河谷植被的研究．云南大学生态学与地植物学研究所硕士论文．1987.

⑥ 陶金．云南怒江河谷六库段植被和植物区系初步研究．云南大学生态学与地植物学研究所硕士论文．1991.

⑦ 李云良．云南元江上游干热河谷植被和植物区系的初步研究．云南大学生态学与地植物学研究所硕士论文．1991

⑧ 据中国科学院昆明生态研究所吴邦兴“西双版纳热带雨林植物区系组成初步分析”[云南植物研究，1985，7(1)：25～48]

(*Flemingia*) 和白叶藤 (*Cryptolepis*) 等，分布可由热带延伸到亚热带乃至温带。热带亚洲至热带大洋洲分布的有 13 属，占 5.0%，其中有滇南常见的水锦树 (*Wendlandia*)。热带亚洲至热带非洲分布有 23 属，占 8.9%，主要有黄背草 (*Themeda*)、木棉 (*Bombax*)、沙针 (*Osyris*)、虾子花 (*Woodfordia*) 和苞茅 (*Hyparrhenia*)，这些属也多是非洲稀树草原的优势或常见成分。热带亚洲 (印度-马来西亚) 分布的也有 23 属，如伊桐 (*Itoa*)、一担柴 (*Colona*)、破布木 (*Microcos*)、酸豆 (*Tamarindus*)、构树 (*Broussonetia*)、麻楝 (*Chukrasia*)、黄杞 (*Engelhardtia*) 等，这些属在我国多扩张到亚热带地区。

温带成分以北温带分布属最多，共 15 属，占种属数的 5.8%，常见的有羊胡子草 (*Eriophorum*)、蒿 (*Artemisia*)、桑 (*Morus*)、盐肤木 (*Rhus*) 等，这些属的原始类型或分布中心虽在北温带，但由于历史或地理的原因，它们已沿山脉延伸到亚热带、热带地区。其他温带成分共 17 属，分布也有类似的特点。

3 分析和讨论

3.1 含单种的科属

前已述及，潞江坝干热河谷含单种的科 (非区系学上的单种科) 较多。其实，本区含单种的属 (非区系学上的单种属) 也不少。为何干热河谷地区含单种的科属较多，原因尚待探讨。就潞江坝而言，对这些科属从种分析，有些是广布成分，多为伴人杂草，如藜科的土荆芥 (*Chenopodium ambrosioides*)、毛茛科的回回蒜 (*Ranunculus chinensis*)、酢浆草科的酢浆草 (*Oxalis cornicultia*)；有些是滇中高原习见成分，如檀香科的沙针 (*Osyris wightiana*)、木樨科的女贞 (*Ligustrum lucidum*)；更多的是干热河谷环境的常见种类和季雨林成分，如仙人掌科的仙人掌 (*Opuntia monacantha*)、千屈菜科的虾子花 (*Woodfordia fruticosa*)、景天科的落地生根 (*Bryophyllum pinnatum*)、紫茉莉科等黄细心 (*Boerhavia diffusa*)、柿树科的毛叶柿 (*Diospyros mollifolia*)、橄榄科的马蹄果 (*Protium serratum*)、木棉科的木棉 (*Bombax ceiba*)、漆树科的厚皮树 (*Lannea coromandelica*)、省沽油科的山香园 (*Turpinia montata*) 和梧桐科的昂天莲 (*Ambroma augusta*)。可见，这类区系倒反映了环境的特点。

3.2 C_4 禾本科植物的指示意义

本区属种最多的禾本科，按其地理分布、系统演化和生理生态特征，55%的属中含有 C_4 植物种类，如狗牙根 (*Cynodon*)、马唐 (*Digitaria*)、狗尾草 (*Setaria*)、白茅 (*Imperata*)、孔颖草 (*Bothriochloa*) 和双花草 (*Dichanthium*) 等。这类植物都是热带植物，净生产率高，光呼吸弱，光饱和点高，适于在高温、高光强度和高蒸发率的条件下进行光合作用，这种生理机制是对干热环境的一种成功的适应。从日本禾本科植物的分布看，发现 C_4 植物所占有的比例从北海道的石胜为 21.6%，到石坦岛为 82.6%，随南下而变高，与纬度和年平均温度成极高的相关性。在判断热带稀树草原气候上，C_4 禾本科植物的多少也是一个重要方面。根据长谷川和奥田对 C_3 和 C_4 型作物的分布和气候的关系的研究，表明前者以寒冷地区、明显干燥地区 (如小麦) 和高温多雨地区

（如水稻）较多，后者以高温、较干燥的地区较多。看来，C_4 禾本科植物的多少可以作为生境干热程度的指标之一。潞江坝这类植物较多，反映了生境的干热。

3.3 潞江坝干热河谷植物区系和其他地区植物区系的联系

3.3.1 与西双版纳地区的联系

呈北向南流向的怒江，在潞江坝以下山体渐散开，河谷渐开阔，有热带季雨林、雨林分布。这样，热带植物可以溯河谷向北楔入，这与潞江坝多热带区系不无关系。和西双版纳地区植物区系相比，潞江坝种子植物的 234 个属中有 205 个属也见在西双版纳地区不同生境下分布，属相似性系数达 87.6%，两地区关系比较接近。但是，西双版纳地区属数多，且以热带亚洲分布属为主，而潞江坝干热河谷地区属数少，以全热带分布属为主。从这点看，两地区系又有差异。

在两地不相同的成分中，潞江坝有云南过去未见报道的肠须草（*Enteropogon dolichostachyus*）；更多的还有干热河谷的标志种类，如黄细心、孔颖草（*Bothriochloa pertusa*）、银丝草（*Evolvulus alsinoides* var. *decumbens*）、双花虱子草（*Tragus biflorus*）和三芒草（*Aristida adscensionis*）等；以及干热环境的常见种类，如臂形草（*Brachiaria eruceformis*）、双花草（*Dichanthium annulatum*）、龙爪茅（*Dactyloctenium aegyptium*）、拟金茅（*Eulaliopsis binata*）和草沙蚕（*Tripogon bromoides*）等。可见，在相同的热区中干热河谷区系有其自身的特殊性，而这种区系的特殊性正好反映了生境的特殊性。

3.3.2 与云南其他地区的联系

这里本文引入系统聚类法，以求通过对潞江坝和其他植被近似或非近似地区的种子植物属的分布区类型组成（表 2）的聚类分析，探讨潞江坝植物区系与这些地区植物区系的联系。

将各类分布区类型所占的百分数用以下公式表示

$$D_{ij} = \left(1 - \sum_{i=1}^{11} \frac{|X_{it} - X_{jt}|}{X_{it} + X_{jt}}\right) \times 100$$

式中，D_{ij} 表示 i 地区和 j 地区植物区系分布类型组成的相似百分数；X_{it} 表示 i 地区 t 分布区类型所占的百分比；X_{jt} 表示 j 地区 t 分布区类型所占的百分比。

计算出地区间植物区系分布区类型的相似百分数，然后用平均距离法（average linkage）进行系统聚类，得聚合树状图（图 1）。可以看出，在相似百分数达 75%左右时，可将 10 个地区聚为 4 类：元谋、巧家、六库、潞江坝、南涧、易门六汁江十街河 6 个干热河谷地区为第一类；昆明、宾川鸡足山 2 个亚热带常绿阔叶林地区为第二类；西双版纳大勐笼热带雨林区为第三类；会泽大海亚高山草甸地区为第四类。用最长距离法（complete linkage）聚类的结果也与此相似。这说明，潞江坝干热河谷地区植物区系的分布区类型组成和元谋、巧家、六库、南涧、易门六汁江十街河较接近，而与昆明、宾川鸡足山、西双版纳大勐笼、会泽大海渐不同。区系对比进一步说明，分布区类型组成的这种聚合关系事实上还反映了这些地区间植物区系的亲疏程度。

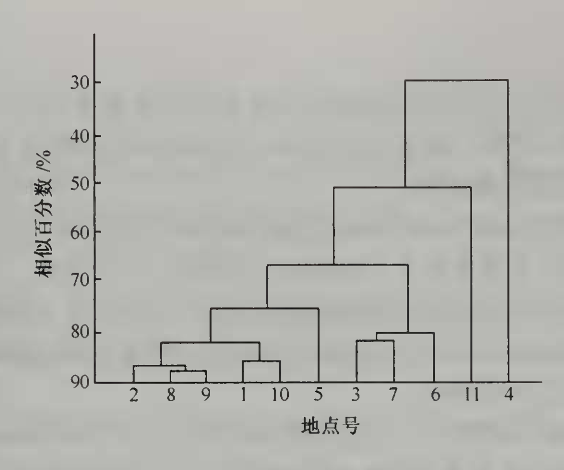


图1 分布区类型组成聚合树状图

一般说来，就小范围来讲，用种子植物属的分布区类型组成来进行系统聚类，其聚合关系可以反映生境的相似程度和植物区系的亲疏程度。而就大范围来讲，由于同样比例的分布区类型组成可能是由相似程度不同的属来组成，其聚合关系未必就是植物区系的亲疏关系。但是，植物区系也是环境条件的反映，相同的分布区类型表征相似的地理起源。因此，分布区类型组成聚为同一类的地区其环境条件必然有较大的一致性。其聚合关系仍能反映生境的相似程度。

3.3.3 与世界干热地区的联系

本区植物区系既受地史因素的控制，又受近代极其多样的自然、人为因素的影响，在漫长的植物演进中，不仅同邻近地区的植物区系发生各种途径的交流，而且还与世界某些地区的有关区系发生地理上的联系。

印度的稀树草原，分四大类型，各类的区系成分不同程度地与潞江坝干热河谷地区相同。其中，Chandraprabha Sanctuary 的“人与生物圈计划”稀树草原研究站的稀树草原群落，植物区系比较贫乏，仅 29 科，60 属，64 种。其中非世界属 58 个，有 33 个与潞江坝相同，属相似性系数达 56.9%，可见两地植物区系关系亲近。此外，潞江坝一些属种往往也见于印度南部落叶林、多刺丛林。这都说明潞江坝植物区系与印度干热地区有联系。

本区植物区系和热带非洲、美洲稀树草原植物区系的联系也是明显的。潞江坝的一些属种，如扭黄茅（*Heteropogon*）、厚皮树（*Lannea*）、三芒草（*Aristida*）、木棉（*Bombax*）、丁葵草（*Zornia*）、金合欢（*Acacia*）、黍（*Panicum*）、柿（*Diospyros*）、大戟（*Euphorbia*）、合欢（*Albizia*）、扁担杆（*Grewia*）和白茅（*Imperata*）等，往往也是非洲稀树草原的常见成分或优势种类，有些还见于热带美洲稀树草原，正如 J. C. Menaut“在非洲稀树草原植被”一文中所指出的：“热带非洲和亚洲，甚至美洲的植物区系的亲缘关系是明显的。因为这三个大陆的泛热带种类较少，特有科属较多。其原因不仅仅是物种的人为传播和自然扩张，而且还有非常古老的全热带陆地的联系”。

4 结论

（1）潞江坝 1300m 以下干热河谷植物区系明显以热带成分为主，其中特多全热带成分，其次为旧热带、热亚、热亚-热非成分，这意味着本植物区系在起源和联系上较古远，具有古南大陆的残遗背景。

（2）本区季雨林成分较多，局部地段尚有季雨林片段残存，而当地主体植被的某些优势成分（如扭黄茅）和标志成分（如厚皮树、滇榄仁、虾子花、丁葵草以及多种禾草等）又与印度、非洲甚至美洲稀树草原相同或相似，这种区系上的混杂性意味着本区植被主要由河谷季雨林长期破坏所至，目前较典型的稀树灌木草丛植被类型可以认为是次生性稀树草原或半自然稀树草原。

（3）本区有刺种类出现较多，这是植物长期适应干热气候的结果。其中常见的缅枣（*Zizyphus mauritiana*）、金合欢（*Acacia farnesiana*）和仙人掌（*Opuntia monacantha*），在印度次大陆、缅甸中部干热河谷也有分布，它们可能是热带亚洲及某些干热河谷的自身成分。

（4）本区出现的滇榄仁（*Terminalia franchetii*）及其变种薄叶滇榄仁（*T.* f. var. *membranifolia*），原认为是红河、金沙江间断分布，曾作为红河、金沙江“河流袭夺”的推测的佐证之一，现在看来，用它们作这种推测的证据是不成立的。

（5）C_4 禾本科植物的分布与气候有一定的相关性，其多少可以作为生境干热程度的指标之一。潞江坝这类植物较多，反映了生境的干热。

（6）聚类分析表明，潞江坝干热河谷地区种子植物属的分布区类型组成和云南其他干热河谷相似，而与亚热带常绿阔叶林、热带雨林、亚高山草甸地区渐不同。分布区类型组成的这种特点是与生境的相似程度相适应的，不难看出该结论的合理性。这从一个侧面论证了吴征镒先生关于“中国种子植物属的分布区类型”划分的科学性。

致谢 本文承导师金振洲教授审阅，并提出了不少宝贵意见。

主要参考文献

曹宗巽，吴相钰. 1984. 植物生理学（上册）. 北京：高等教育出版社. 102～108

刘亮. 1987. 中国禾本科牧草资源的分类、地理与利用. 植物学集刊（第三集），1～22

卢崇飞. 1988. 环境数理统计学应用及程序. 北京：高等教育出版社. 46～80

吴征镒. 1991. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究，增刊 IV：1～139

武吉华，张绅. 1987. 植物地理学（第二版）. 北京：高等教育出版社. 89～90

中国科学院云南热带植物研究所. 1984. 西双版纳植物名录. 昆明：云南民族出版社. 1～497

祝廷成. 1988. 植物生态学. 北京：高等教育出版社. 20～26

Menaut J C. 1983. The vegetation of African savannas. In：Ecosystems of the world (13)：Tropical savannas. New York：Elsevier. 109～149

Misra R. 1983. India savanna. In：Ecosystem of the world (13)：Tropical savannas. New York：Elsevier. 151～166

Nix H A. 1983. Climate of tropical savannas. In：Ecosystems of the world (13)：Tropical savannas. New York：Elsevier. 37～61

Puri G S. 1960. India forest ecology, vol. 1, New Delhi：Oxford book and stationery co. 175～198, 246～298

Sarmiento G. 1983. The savannas of tropical America. In：Ecosystems of the world (13)：Tropical savannas, New

York: Elsevier. 245～285

A Research on the Flora of Nujiang Dry-hot Valley in Lujangba of Yunnan

CAO Yong-heng

(Territorial Resources Research Office, Yunnan Province, Kunming 650041)

Abstract The recorded number of the seed plants (besides planting) found in Lujiangba dry-hot valley which is below 1300m amount to 361 species belonging to 259 genera of 81 families. Among them, *Enteropogon* is found in Yunnan for the first time. The flora, which has 51.5% tropical and subtropical families and 77.6% tropical genera, is obviously a tropical one, and it has close connection with the flora of pantropic, old world tropics, tropical Asia and tropical America. It means that the origin and connection with other tropical flora is quite ancient, reflecting the relict background of Gondwana flora. The distribution of C_4 Gramineae plant has some links with climate, in this paper the writer points out that the number of this kind of plants can be used as one of the index to reflect the environmental dryness and hotness.

Key words Dry-hot valley, Flora, C_4 Gramineae plant, Agglomerative analysis

云南潞江坝怒江干热河谷植被研究*

曹永恒[1]　金振洲[2]

（1 云南省国土资源研究室，昆明 650041）

（2 云南大学生态学与地植物学研究所，昆明 650031）

摘　要　应用法瑞地植物学派的理论和方法，将云南潞江坝 1300m 以下地区干热河谷植被确定为 1 群目、3 群属、6 群丛、4 亚群丛。通过对植被外貌、结构、区系组成、分布特点的分析，认为本区现存植被主要由河谷季雨林长期破坏所至，目前较典型的干热河谷灌草丛植被类型属于次生性稀树草原或半自然性稀树草原。

关键词　干热河谷，植被，次生性稀树草原

潞江坝是云南著名的干热河谷之一，是云南小粒咖啡、芒果、胡椒等热作、热果的重要产地。其现存自然植被呈现“稀树灌木草丛”景观，尚未进行过系统而完整的研究。本文在样地调查和路线踏察的基础上，对该植被的特点、成因、性质做了初步探讨，旨在为该区生态系统的恢复和热区的深层开发建设提供基础资料和科学依据。

1　自然环境概况

潞江坝位于滇西横断纵谷的怒江河谷，保山市的西南部，由山麓冲积扇、冲积堆及阶地组成。海拔 670～1300m 地形下陷、深切，河西的高黎贡山和河东的怒山与谷底的相对高差都在 2000m 左右，呈山高谷深的地貌形态，属深切的高中山峡谷区。本研究涉及潞江坝道街、坝湾、芒宽三乡的河谷地区，即约北纬 24°59′，东经 98°53′附近的台地、山坡。

本区气候为南亚热带向热带过渡的干热河谷气候。据对潞江坝气象站 2～8 年的气象资料统计，年总辐射 138 449cal/年・cm^2，年均温 21.5℃，最冷月均温 13.9℃，最热月均温 26.4 ℃，多年极端最低温 0.2℃，极端最高温 40.4℃，＞10℃积温 7800℃；年降水量 751.4mm，雨季（5～10 月）降水量 618. 6mm，占年降水量的 82%，干季（11～4 月）降水量 132.8mm，只占年降水量的 18%，年均干燥度 1.9；土壤以燥红土为主。可见，本区既干且热。

本区在大地理单元上属印度洋西南季风区，天气系统主要由西风南支急流和西南季风控制。这两支气流的更迭本身已构成季节性干旱，是本区干燥的基本原因，深陷封闭的地形所产生的背风雨影响作用、焚风效应、辐射效应却使这种干燥更趋严重，是本区干热的主要原因。

---

* 本文1993年发表于《广西植物》，13(2)：132～138。

2 研究方法

采用法瑞地植物学派的理论和方法。按该学派的选样原则选取样地，量测、记录每样地的“分析特征”和“生境特征”，得群丛个体的样地记录。根据种类组成，结合生境、外貌、结构等特征，将所得的样地记录进行室内归并、取舍、整理、排表和分析，通过对所采用的样地中所出现的各个植物种的确限度大小的比较，同时考虑区系上的特点。找出各类样地所表征的各群落类型的“基本植物成分”，即地方性特征种和伴生种。先确定群丛，进而确定群属和群目。在群丛内部，主要根据小环境和植物种类的差异再具体划分亚单位。

3 结果和分析

3.1 植被分类系统

对 59 个样地记录进行系统排表分析，建立潞江坝干热河谷植被分类系统如下：

0 扭黄茅厚皮树群目（Lanneo-Heteropogonetalia）

1 扭黄茅孔颖草群属（Bothriochlo-Heteropogonion contorti）

1）孔颖草九叶木兰群丛（Indigofero-Bothriochloetum pertusae）

2）孔颖草滇枣群丛（Zizypho-Bothriochloetum pertusae）

（1）厚皮树亚群丛（Subass. lanneetosum）

（2）灰毛浆果楝亚群丛（Subass. cipadessetosum）

3）扭黄茅拟金茅群丛（Eulaliopso-Heteropogonetum contorti）

2 灰毛浆果楝齿叶黄皮群属（Clauseno-Cipadession cineracens）

4）光叶巴豆肠须草群丛（Enteropogoneto-Crotonetum laevigati）

5）灰毛浆果楝白叶藤群丛（Cryptolepio-Cipadessetum cineracens）

（3）沙针亚群丛（Subass. osyrisetosum）

（4）薄叶羊蹄甲亚群丛（Subass. bauhinietosum）

3 白饭树仙人掌群属（Opuntio-Securinegion virosa）

6）仙人掌霸王鞭群丛（Euphorbio-Opuntietum monacanthae）

以上分类系统，群丛是基本单位，在群落外貌、结构和种类组成上都有其内在的一致性，且能反映一个比较固定而独立的生态环境。每个群丛都有反映其综合特征的群丛表，但限于篇幅，在此从略。

3.2 植被简要特征

扭黄茅厚皮树群目（Lanneo-Heteropogonetalia）包括潞江坝 1300m 以下地区的自然植被，下分 3 群属。

3.2.1 扭黄茅孔颖草群属（Bothriochlo-Heteropogonion contorti）

该群属为潞江坝分布面积最大、最广、最具代表性的植被类型，系当地干热气候条件和人为影响下的典型植被。其生境是当地干热环境的典型代表，坡向以阳坡、半阳坡为多，坡度大，多在 25°以上，土壤以片岩、花岗岩风化物和老冲积物发育而成的燥红

土为主，土层较厚，含沙粒多，土体较松，易崩塌、冲刷、侵蚀，水土流失严重。

群丛呈“稀树灌木草丛”景观，分层明显。局部地断，因人为干扰严重，灌木低矮，种类、数量少，分层不明显。总体看来，草层盖度较大，多在50%以上，为优势层。

群属地方性特征种8种，即饿蚂蟥（*Desmodium multiflorum*）、毛果薯（*Ipomoea eriocarpa*）、破帽草（*Borreria pusila*）、短叶黍（*Panicum brevifolium*）、类雀稗（*Paspalidium flavidum*）、练荚豆（*Alysicarpus vaginalis*）、长萼猪屎豆（*Crotalaria calycina*）和银丝草（*Evolvulus alsinoides* var. *decumbens*）。除短叶黍在其他群属中尚有分布，是偏宜种外，其余的只在本群属中出现，都是确限种。这几种植物都是干热生境的习见植物，在一定程度上反映了群丛的性质和生境特征。

本群属即习称的扭黄茅群落和孔颖草群落。这两种群落广泛分布于云南的干热河谷地区。在印度的稀树草原中，扭黄茅（*Heteropogon contortus*）和孔颖草（*Bothriochloa pertusa*）也常常成为优势种。这两类植被在潞江坝的分布是很有规律的：从第一级阶地向山坡，扭黄茅逐渐增多，孔颖草逐渐减少。在阶地斜坡上，明显以孔颖草为优势，形成孔颖草九叶木兰群丛（Indigofero-Bothriochloetum pertusae），从山脚到海拔1000m，孔颖草的优势也很突出，但灌木的种类数量增多，形成孔颖草滇枣群丛（Zizypho-Bothriochloetum pertusae），再往上，扭黄茅则取代孔颖草占据了优势地位，形成扭黄茅拟金茅群丛（Eulaliopso-Heteropogonetum contorti）。有意思的是，在前两个群丛的分布区内，局部人畜难及的地段，如箐边、悬崖绝壁上，有扭黄茅拟金茅群丛片段出现。这反映出扭黄茅的耐人畜干扰性要比孔颖草差。R. Misra的对比研究也证实了这一点。由此可以从一个侧面说明，潞江坝干热河谷植被的形成，除因生境干热外，人类影响也是重要因素。

3.2.2 灰毛浆果楝齿叶黄皮群属（Clauseno-Cipadession cineracens）

本群属下分光叶巴豆肠须草群丛（Enteropogoneto-Crotonetum laevigati）和灰毛浆果楝白叶藤群丛（Cryptolepio-Cipadessetum cineracens），主要分布于怒江西岸海拔850m以下的沟谷河边，它代表的是阴坡、水湿条件稍好的植被类型。较之其他群属该群属的木本成分、滇中高原习见成分、河谷季雨林成分和伴人广布成分明显增多，优势明显提高，而当地干热生境的习见种类有所减少，优势也显著降低。这种变化反映了生境水湿条件的改善。群属地方性特征种确定为齿叶黄皮（*Clausena dentata*）、假木豆（*Dendrolobium triangulare*）、假大青兰（*Indigofera galegoides*）、构树（*Broussonetia papyrifera*）和昂天莲（*Ambroma angasta*）。

光叶巴豆肠须草群丛是潞江坝分布面积最小、范围最窄的植被类型。在生长季节，群丛分层不明显，优势种飞机草（*Eupatorium odoratum*）的盖度系数达5005，高度及2～2.5m，常与灌木同高；但特征种光叶巴豆（*Croton laevigatus*）叶大茎直，丛株分明，在群落里分外醒目。群丛地方性特征种5种，其中的肠须草（*Enteropogon dolichostachyus*），为云南新记录属种，反映出该群丛的特殊性。

灰毛浆果楝白叶藤群丛高2.5～3.5m，总盖度89%～90%，一般可分为小乔木层、灌木层和草本层，其中灌木层是主要层。据对9个200m²、2个100m²样地的调查，共

有植物96种，是潞江坝干热河谷地区植物种类最多的植被类型。群丛地方性特征种是灰毛浆果楝（*Cipadessa cinerascens*）、白叶藤（*Cryptolepis elegans*），楹树（*Albizia chinensis*）、乍木（*Xylosma racemosum*）、鸡嗉子果（*Ficus semicordata*）、假柿木姜子（*Litsea monopetala*）、马蹄果（*Protium serratum*）和锈毛千斤拔（*Flemingia ferruginea*）。

在灰毛浆果楝白叶藤群丛的分布境内，因人为保护在庙宇、村寨附近每每尚有季雨林片段残存。其组成种类主要有诃子（*Terminalia chebula*）、大果油朴（*Celtis wightii*）、菲岛桐（*Mallotus philippinensis*）、聚果榕（*Ficus racemosa*）、楹树、老白花（*Bauhinia variegati*）、红椿（*Toona ciliata*）、清香木（*Pistacra weinmannifolia*）、假柿木姜子、土密藤（*Bridelia stipularis*）和灰毛浆果楝等。从生境、种类组成的对比分析可以认为灰毛浆果楝白叶藤群丛由季雨林破坏所至。

3.2.3 白饭树仙人掌群属（Opuntio-Securinegion virosa）

本群属即习称的肉质多刺灌丛，仅有仙人掌霸王鞭群丛（Euphorbio-Opuntietum monacanthae），群属的地方性特征种确定为白饭树（*Securinega virosa*）、仙人掌（*Opuntia monacantha*）、落地生根（*Bryophyllum pinnatum*）、刺天茄（*Solanum indicum*）和西南杭子梢（*Campylotropis delavayi*）5种，这几种植物也是云南干热河谷地区肉质多刺灌丛的习见种类，反映出云南这类群落的相似性。

该群属在潞江坝分布面积不大，但出露零散，范围较广，多见于东岸海拔800m以下石壁上，也有沿河谷两岸的箐沟进入，零星见于干旱的箐沟边。

群属的旱生特征是显然的。仙人掌、霸王鞭（*Eaphorbia royleana*）和落地生根储水组织发达，能抗热御旱，是典型的耐高温植物。其他种类也大多具备各种各样的旱生结构：金合欢（*Acacia farnesiana*）、滇枣（*Zizyphus yunnanensis*）、刺天茄和石莲子（*Caesalpinia minax*）等有刺；飞扬草（*Euphorbia hirta*）、飞仙藤（*Periploca calophylla*）、白叶藤（*Cryptolepis elegans*）、土密藤（*Bridelia stipularis*）和白饭树等具乳汁；厚皮树（*Lannea coromandelica*）、山黄麻（*Trema tomentosa*）等皮厚；滇榄仁（*Terminalia franchetii*）、叶苞银背藤（*Argyreia roxburghii* var. *ampla*）等大多数种类具有各式各样毛被。从生境、种类组成及其旱生特征的分析可以认为该群属是当地植被中最耐旱的类型。它的存在，不仅反映了当地干热的大气候，而且反映了基质多石、土壤缺水、地表灼热所引起的局部更加干热的小环境。

3.3 植物区系特点

本区计有蕨类以上高等植物107科、349属、481种（包括变种）。其中蕨类植物8科、8属、10种，种子植物99科、341属、471种，除去栽培的，尚有野生物种81科、259属、361种。从种子植物的种数看，少于昆明西山地区（920种），更少于西双版纳地区（3663种），而和元谋干热河谷地区（502种）较接近。

从种子植物81个科的分布区类型统计看，热带、热带到亚热带科占大多数，共51科，占全部科的57.5%；世界分布科次之，有24科，占24.2%，热带到温带科居三，有19科，占19.2%，温带分布科最少，仅5科，占5.1%。从种子植物的259个属的

分布区类型看，世界分布有 25 属，占总属数的 9.7%；热带成分有 201 属，占 77.6%，温带成分有 32 属，占 12.3%；中国特有 1 属，仅占 0.4%。显然，潞江坝干热河谷植物区系明显是热带性质。

在 201 个热带分布属中，最多的是泛热带分布类型，计 107 属，占属总数的 41.3%，其中的扭黄茅（*Heteropogon*）、孔颖草（*Bothriochloa*）和叶下珠（*Phyllanthus*），数量最多，分布最广，构成当地植被的主体，还有榄仁树（*Terminalia*），计有诃子（*T. chebula*）、滇榄仁（*T. franchetii*）和薄叶滇榄仁（*T.* f. var. *membranifolia*）三个种和变种，是本区较好的标志种。此外，热带亚洲至热带美洲间断分布的有 11 属，占 4.2%，常见的有仙人掌（*Opuntia*）和山芝麻（*Helicteres*），前者为肉质多刺灌丛的建群植物。旧世界热带分布的有 24 属占 9.3%，其中的拟金茅（*Enlaliopsis*）、合欢（*Albizia*）、虫豆（*Atylosia*）、千斤拔（*Flemingis*）和白叶藤（*Cryptolepis*）等，分布可由热带延伸到亚热带乃至温带。热带亚洲至热带大洋洲分布的有 13 属，占 5.0%，其中有滇南常见的水锦树（*Wendlandia*）。热带亚洲至热带非洲分布的有 23 属，占 8.9%，主要有黄背草（*Themeda*）、木棉（*Bombax*）、沙针（*Osyris*）、虾子花（*Woodfordia*）和苞茅（*Hyparrhenia*），这些属也多是非洲稀树草原的优势和常见成分。热带亚洲（印度-马来西亚）分布的也有 23 属，如伊桐（*Itoa*）、一担柴（*Colona*）、破布木（*Microcos*）、酸豆（*Tamarindus*）、构树（*Broussonetia*）、麻楝（*Chukrasia*）、黄杞（*Engelhardtia*）等，这些属在我国多扩张到亚热带地区。

潞江坝干热河谷植物区系和热带非洲、美洲稀树草原植物区系的联系是明显的。潞江坝的一些属种，如扭黄茅（*Heteropogon*）、厚皮树（*Lannea*）、三芒草（*Aristida*）、木棉（*Bombax*）、丁葵草（*Zornia*）、金合欢（*Aeacia*）、黍（*Panieum*）、柿（*Diospyros*）、大戟（*Euphorbia*）、合欢（*Albizia*）、扁担杆（*Grewia*）和白茅（*Imperata*）等，往往也是非洲稀树草原的常见成分或优势种类，有些还见于热带美洲稀树草原。正如 J. C. Menaut 在“非洲稀树草原植被”一文中所指出的：“热带非洲和亚洲，甚至美洲的植物区系的亲缘关系是明显的。因为这三个大陆的泛热带种类较少，特有科属较多，其原因不仅仅是物种的人为传播和自然扩张，而且还有非常古老的全热带陆地的联系”。

4 讨论和结论

（1）前已述及，在庙宇、村寨附近，潞江坝常有季雨林片段残存。区系分析也发现潞江坝多季雨林成分。因而可以认为，当地的原生植被主要是河谷季雨林。后来，由于人口增加、频繁战争、毁林开荒等人类活动对季雨林的破坏，致使其覆盖率下降到现在不足 1%的水平。失去季雨林蔽护的河谷加剧了焚风效应，趋于干热，现在广布当地的“稀树灌木草丛”，正是季雨林破坏以后，在水土流失、环境变干、周期性山火和过度放牧等恶劣生境条件下逐渐形成的次生植被。季雨林的这种退化是云南一部分干热河谷的共同模式，这也与印度的情况类似。由于河谷的干热气候，坡面上这类植被的复原是十分困难，“稀树灌木草丛”景观将会较长期存在。

（2）东南亚的肉质多刺灌丛在群落的形成和发展上具有次生的性质，大多由落叶季雨林、干燥疏林或稀树草原破坏或退化后形成。过度放牧、过度砍伐和火烧是导致和加

速这种退化的原因，特别在土壤贫瘠多石之处，肉质多刺灌丛更易发生。潞江坝肉质多刺灌丛的起源虽尚待研究，但其现实分布事实上反映了这一特点。云南金沙江、元江干热河谷也有此类灌丛。作为该灌丛建群种的霸王鞭和仙人掌，前者原产印度，后者可能是热带亚洲及某些干热河谷的自生成分。它们虽多见于悬崖绝壁，但事实上在干热气候下局部水湿条件较好的地方生长更快、长势更好，常见的由它们构成的村边地头的围篱说明了这一点。由此推想，肉质多刺灌丛之所以选择悬崖绝壁可能是不得已而为之。由于人畜的干扰和这类灌丛本身的适应能力，致使其大多只在险要多岩之处得以自然蔓延、发展、分布。

（3）本区计有种子植物（不包括栽培）81 科、259 属、361 种，其中的肠须草（*Enteropogon dolichostachyus*）为云南未见记录属种。本植物区系明显是热带性质，热带、亚热带科占 51.2%，热带属占 77.6%，其中特多全热带成分，其次是古热带、热亚、热亚-热非成分，一些属种与印度、非洲，甚至美洲稀树草原相同或相似，这意味着该植物区系在起源和联系上较古远，具有古南大陆的残余背景。

（4）潞江坝因其特殊的地理位置、地形地貌等下垫面因素，气候炎热而干燥，土壤疏松而贫瘠，降水量少而季节性变化大。这种生境和典型稀树草原的气候、土壤较相似。与世界稀树草原的一般气候指标相比（表 1），光能接近，降水还偏少，但温度偏低。这种相似但非雷同的气候特征正好反映了潞江坝干热河谷气候的特殊性。

表 1　气候指标对比表

气候类型	世界一般稀树草原气候	潞江坝干热河谷气候	云南元江干热河谷气候	云南元谋干热河谷气候
年总辐射/（kcal/年・cm²）	140～190	138	128	153
年均降水量/mm	1000～1500	751.4	806.1	634.0
最湿 6 个月降水量/mm	＞600	618.4	649.1	583.8
最干 3 个月降水量/mm	＜50	39.9	19.8	12.4
湿季降水所占比率/%	＞75	82	81	92
年均气温/℃	＞24	21.5	23.7	21.8
最冷月平均最低气温/℃	13～18	6.6	11.7	8.2

在该生境下发育的“稀树灌木草丛”，大面积的是以多年生耐旱禾草为主，其间星散有低矮、落叶、丛生的乔灌木。随季节的更迭，群落从茵绿转而枯黄，类似稀树草原景观。根据 F. Bonrliere 和 M. Hadlley 的观点，考虑到植被的次生性，可以认为潞江坝干热河谷现存的“稀树灌木草丛”是次生性稀树草原或半自然稀树草原（简称半稀树草原）。

（5）法瑞地植物学派的方法起源于研究地中海型和高山型植被。本文的结果说明用该法研究干热河谷植被是适合的。环境的独特和严苛带来了干热河谷植被的特殊性，而处理、研究这类特殊性正是这一方法的特色。只有对一个地区进行全面深入的调查和植物区系的详细对比，才能确定群丛单位和分类系统，才能用植物种类的组合状况来反映所在地的生态环境。因而用该法可以全面深入地研究这一地区的植被全貌和细微特征。

主要参考文献

吴征镒. 1991. 中国种子植物属的分布区类型，云南植物研究，增刊 IV：1～139

云南植被编写组. 1987. 云南植被. 北京：科学出版社. 501～519

朱华. 1990. 元江干热河谷肉质多刺灌丛的研究. 云南植物研究，12（8）：301～310

朱彦丞. 1962. 对评价法国瑞士地植物学派学术观点的几个问题. 学术研究，8：1～16

Blasco F. 1983. The transition from open forest to savanna in continental Southeast. Ecosystem of the world：Tropical savannas，New York：Elsevier，13：167～181

Bocking R W. 1957. The Zurich-Montpellier School of phytosociology. Bot Rev，23：411～418

Bourliere F，Hadley M. 1983，Present day savannas：an overview. Ecosystem of the world：Tropical savannas，NewYork：Elsevier，13：37～60

Jain S K. 1968. The vegetation and succession of plant community in Kutch，Gujarat，Procee. Symp Recent Adv Trop Ecol India，426～437

Menaut J C. 1983. The vegetation of African savannas. Ecosystem of the world，Tropical savannas，New York：Elsevier，13：109～149

Misra R. 1983. India savanna. Ecosystem of the world：Tropical savannas，New York：Elsevier，13：151～166

Nix H A. 1983. Climate of tropical savannas. Ecosystem of the world，Tropical savannas，New York：Elsevier，13：37～61

Puri G S. 1960. India forest ecology，Vol. I. Oxford book and stationery co. ，New Delhi. 175～198，246～298

Sarmiento G. 1983. The savannas of tropical America. Ecosystem of the world，Tropical savannas，New York，Elsevier，13：245～285

Whittaker R W. 1985. 植物群落分类. 北京：科学出版社. 262～264

A Research on the Vegetation of Nujiang Dry-hot River Valley in Lujiangba of Yunnan

CAO Yong-heng[1]　JIN Zhen-zhou[2]

（1 Territorial Resources Research Office. Yunnan Province，Kunming 650041）

（2 Institute of Ecology and Geobotany，Yunnan University，Kunming 650031）

Abstract By means of the theory and method of French-Swiss phytosociological school，the vegetation of Nujiang dry-hot river，valley below 1300m in Lujiangba of Yunnan have been classified into one order，three alliances，six associations and four subassociationas：through the analyses of physiognomy，structure，floristic composition，ecological environment and distribution of the vegetation，we consider that the most of them were mainly resulted in a longterm destruction of the river valley monsoon forest，and the typical vegetation types may be regarded as secondary savannas or seminatural savannas.

Key words Dry-hot river valley，Vegetation，Secondary savanna

云南腾冲新第三纪植物群及其时代*

陶君容　杜乃秋

（中国科学院植物研究所）

摘　要　本文讨论了云南横断山区南部的新第三纪植物群，以出现多种豆科植物为特征的组合，即在常绿阔叶林类型中增加了落叶阔叶种类。同样的特征亦出现在云南小龙潭植物组合中，以及印度的新第三纪植物群组合中。这可能反映了本区受喜马拉雅强烈抬升活动之后，远离古地中海海域，使空气湿润的水汽来源大大减少，明显影响该区气候向变旱方向发展，故出现较能耐旱的一些豆科植物。

腾冲植物组合与滇中小龙潭植物组合特征相近似，一是现代种占较大比例，二是两处出现有相同属种，故其时代亦属中新世晚期—上新世早期。

誉为“植物王国”的云南省，现代植物区系极其复杂，植被千变万化。回溯到第三纪时期该区的植物组合面貌是人们颇感兴趣的问题。早在 1920 年法国人柯兰尼（Colani）曾报道过滇中几个褐煤盆地的植物化石。此后，直到中华人民共和国成立后的 20 世纪 60 年代方开始本区新生代植物的研究工作，先后报道过洱源、剑川、小龙潭、景谷、寻甸等地的植物化石。微化石方面的研究有滇中的松华盆地。这些第三纪植物化石，数量虽少但也能反映当时植物区系的特点。由于云南高原在第三纪尤其在新第三纪时期，受强烈的喜马拉雅造山运动影响，造成地形地势的差异，明显地反映在植物分布上，因而各局部地区的植物区系及组合面貌均有其特殊性，而对一个大的区域来说有其一致（相似）性。作为滇西地区的新第三纪植物区系，明显地反映了和周围地区植物区系的联系和过渡性特征，并与我国华中、华北等其他区有较大的差异。

1976 年为配合该区矿床勘探，在二〇九队领导及地质科李永华等同志的大力协作下，我们在腾冲及附近若干盆地进行了野外工作，并采集了植物化石，现仅报道腾冲盆地的植物化石。

1　区域概况

腾冲县位于怒江以西，北纬 25°7′，东经 98°50′。地处滇西横断山南部，山峦峰叠。位于县境东部的高黎贡山由西藏境内折向南进入云南境内，整个地势北高南低。流经本县的主要河流有龙川江与大盈江，这两条河流从北向南把本区切割成一条条中、低等高度的山地和纵谷相间的地貌，山地之间分布着河谷盆地（即称为坝子）。腾冲县城海拔高度为 1640m，本区的海拔高度在 1000～3700m。本区属亚热带季节性干湿交替常绿阔叶林带。

---

* 本文1982年发表于《植物学报》，24(3)：273～281。

化石产地位于腾冲县东南约 40km 处，其基底岩层在西部为燕山期的孟连花岗岩岩体，东部为古生代的高黎贡山变质岩系，新第三系不整合于基岩上，其岩性从下至上叙述如下：下部为灰白色黄褐色、中粗粒、花岗质含砾砂岩，此层含铀矿；中部为灰白色、深灰色中—薄层状泥质粉砂岩，该层上下煤线发育，中部产大量植物化石，此层厚度为 40～80m；上部为黄褐色厚层状含砾粗砂岩、中粒砂岩，其上有硅藻土——为粉砂质泥岩和灰黑色凝灰岩，还含灰绿玄武凝灰砂砾岩。

2　植物组合及特征

2.1　植物组合

共采集植物的叶子、果实、种子印痕化石 100 余号，较完好的标本 60 余号，经鉴定计有 36 种，分属 20 科、29 属。蕨类植物 2 种，裸子植物 1 种，被子植物 33 种（表 1）。

表 1　化石名录及植物习性、叶子特征*

中文名	拉丁名	乔木	灌木	常绿	落叶	全缘	锯齿
紫萁	*Osmunda japonica*						
水龙骨	*Polypodium* sp.						
松（种子）	*Pinus* sp.						
木兰（未定种）	*Magnolia* sp.	×		×		×	
臭樟	*Cinnamomum glandulifera*	×		×		×	
樟（未定种）	*Cinnamomum* sp.	×		×		×	
古宽叶钩樟	*Lindera prelatifolia*	×		×		×	
杨叶木姜子	*Liisea populifolia*	×			×	×	
美樟（未定种）	*Neciandra* sp.	×		×		×	
矮杨梅	*Myrica nana*		×	×			×
腾冲杨	*Populus tengchongensis*	×			×		×
圆基榆	*Ulmus harmoriensis*	×			×		×
心叶千金榆	*Carpinus subcordata*	×			×		×
桦木（未定种）	*Betula* sp.	×			×		×
瓦山栲	*Castanopsis ceratacantha*	×				×	
中华山毛榉	*Fagus chinensis*	×		×	×		×
白皮柯	*Lithocarpus dealbata*	×		×		×	
茶藨子	*Ribes* sp.		×		×		
毛背花楸	*Sorbus aronioides*		×		×		×
江南花楸	*Sorbus hemsleyi*		×		×		×
花楸（未定种）	*Sorbus* sp.		×		×		
华槐	*Sophora miojaponica*	×			×		
中华皂荚	*Gleditschia miosinensis*	×			×		
华紫荆	*Cercis miochinensis*		×		×	×	
合欢	*Albizzia* sp.	×			×		
马桑	*Coriaria sinica*		×	×	×	×	
硬叶鼠李	*Rhamnus hirsuta*		×	×		×	
冻绿	*Rhumnus utilis*		×				×
山樣叶泡花树	*Meliosma buchananifolia*	×			×	×	

续表

中文名	拉丁名	乔木	灌木	常绿	落叶	全缘	锯齿
等叶八角枫	*Alangium aequalifolium*	×			×	×	
密脉漆	*Rhus inouei*	×			×		
槭树	*Acer* sp.	×			×		×
柃	*Enrya ciliata*		×	×			
滇南马钱	*Strychnos cheliensis*		×	×		×	
圆叶马钱	*Strychnos rotundifolia*		×	×		×	
披针叶马钱	*Strychnos paracathayensis*		×	×		×	
被子植物的各类总数		20	13	14	19	16	10
各类所占百分比/%		60	39	42	57	48	30

* 复叶未统计在内。

我们对本层岩样做了孢粉分析，计有水龙骨（*Polypodium*）、瓦韦（*Lepisorus*）、凤尾蕨（*Pteris*），厚壁三缝孢、雪松（*Cedrus*）、云杉（*Picea*）、油杉（*Keteleeria*），其他还有少量铁杉，被子植物有栎类、冬青、桑寄生、椴、山毛榉、兰果树（*Nyssa*）等。

保存的这些植物叶部、果实、种子及孢粉化石，仅是当时植物区系的一部分，根据这些植物组合成分的现代近似种分布及生态特征可以推测沉积时期的气候特征。

综合观察33种大化石被子植物中，乔木占绝对优势（20种），灌木较少，草本植物除几种蕨类植物外其他成分未见。在20种乔木中常绿的有9种，灌木中常绿的有6种，加上孢粉中发现的兰果树、冬青、桑寄生等常绿类型，占了总量的大多数。以叶缘特征计全缘类型占多数。综合反映其植被主要是常绿阔叶和落叶阔叶混生类型，组成的植物主要是壳斗科、樟科、豆科、山茶科、马钱科等。

2.2 与现代植被的比较

由于北回归线通过本区南部，终年接受太阳辐射较多而且均匀，又由于本区具有高海拔和低纬度特征，气候受来自西南方印度洋暖流的控制，年平均温15.2℃，年降水量1495mm，每年5～10月集中降水量的87.2%、构成本区植被的多姿景观。本区属亚热带季节性干湿交替常绿阔叶林带，天然植被的常绿阔叶林几乎全遭破坏，多为常绿阔叶次生林，但仍保留了以壳斗科、樟科、山茶科、木兰科为主的植被特征。沿怒江河谷地带向上形成的植物垂直分带较为明显。最低在怒江河谷地带海拔仅900m处，该区村寨旁有番木瓜、芒果树、榕树、木棉及野生芭蕉林等，溪谷两边还有露兜树、棕榈、树蕨等，此带的热带亚热带景色宛然可见。向上到1800m左右是亚热带常绿阔叶林带，主要植物为壳斗科、山茶科、木兰科、樟科等。上至3000m左右则出现云南松和铁杉为主的针叶林带。更高海拔处则出现杜鹃矮林等。现在，腾冲地区的主要森林植核是亚热带季节性干湿交替常绿阔叶林带。组成常绿阔叶林的主要是壳斗科的栎属、栲属，樟科、山茶科、木兰科，还有常绿的槭属（*Acer*）等。在我国现代分布有常绿阔叶林的地方，若水湿条件较为充分的地区则樟科的种类有增加，若在生境偏干的地区，则山茶科的木荷更为常见。

在 33 种被子植物中，约 50%为现代种。在乔木中以 *Costanopsis*、*Ulmus*，尤以后者较为丰富，灌木以 *Eurya*、*Strychnos* 较为丰富。与这些贫乏的古植物资料比较，证明了该区现代植物区系中仍保存着从第三纪以来植物区系的基本核心。与该区现代植物对比，其差异在化石植物组合中樟科种类较少，豆科植物显著增加（共有 4 个属种）。另一特征是圆基榆的标本数量较多，在矿区采集时常见该种化石，叶形较大，保存完整。榆科植物多分布在温带或亚洲热带山地，在腾冲盆地出现该种，且豆科植物增多，指示了沉积时的气候在向干旱温凉方向发展。

3 与邻近植物群的比较及时代归属

由于新第三纪时地形的变化，地势隆起较高，古地中海向西退去，本区气候便向变干的方向发展。Lakhampal 在研究了印度第三纪植物区系及其该区的地质历史时指出：整个新生代时期在低纬度地区，水似乎成为控制植物分布的主要因素。他的这种推测是从当时古地理特征提出的。并提及在印度新第三纪后豆科植物数目突然增多这一现象，而作者未说明其原因。豆科植物增多的现象亦出现在我国云南的一些新第三纪植物群中，据这一特征推测，可能是该区在新第三纪时，喜马拉雅剧烈升起后，大面积的水域环境渐变为陆地，离退却的古地中海较远，受海洋湿润气候的影响逐渐减弱至最后消失，而受西南方印度洋气流的影响增强了，使该区出现明显的干季，故常绿阔叶植物比前减少。以适生的豆科植物的落叶种类增多，这一特征亦反映在小龙潭的植物组合中，具有 6 属豆科植物。从印度老第三纪与新第三纪植物群的组合特征对比，看出印度半岛的古地理为：老第三纪时印度北部还处于海域之中，新第三纪时方成为陆网，这种海陆分布特征可能向东影响到我国的云南地区，表现在第三纪植物区系组成分子内有相同的科属出现。老第三纪相同的科少，仅樟科、漆树科，新第三纪时相同的科增多，如印度新第三纪植物群出现的 33 科植物中，腾冲与其相同的有 8 科，即毛莨科（Rhamnaceae）、漆树科（Anacardiaceae）、豆科（Leguminosae）、蔷薇科（Rosaceae）、八角枫科（Alangiaceae）、樟科（Lauraceae）、壳斗科（Fagaceae）、杨梅科（Myricaceae）。这进一步说明新第三纪时云南和印度喜马拉雅植物区系的联系更密切。

3.1 地层时代

该植物组合中现代种约占 50%，具较大比例，和滇中小龙潭植物化石比较，有 7 个相同属种，如等叶八角枫及豆科的数种；若与剑川中新世的双河组植物化石比较，则未出现灭绝类型 *Dryophyllum* 及其他绝灭种；如与洱源三营组植物化石比较，其化石种的比例更大。故腾冲植物群的组合特征与小龙潭近似，其时代亦为中新世晚期-上新世早期。

4 植物种的描述

文内仅描述在我国第一次记载及新发现的种，其他老种的描述同《中国新生代植物》一书内的记载，此不重复。

4.1 紫萁（*Osmunda japonica* Thunb.）

化石为小羽片，矩圆形，基部宽，上部渐变狭。长 2.4cm，宽 1.2cm，顶部未保存。基部两侧不对称，一侧渐狭成楔形，一侧宽圆。小羽片的中脉直，侧脉整齐的二次二歧分支，叶边有微齿。

这种羽片特征与现代紫萁的形态特征无区别，故归于此现代种。

4.2 水龙骨（*Polypodium* sp.）（未定种）

化石为叶部羽片，羽片深裂近叶轴，裂片宽 4～5mm，边缘微波状或全缘。叶脉明显 1～2 次分叉。

仅保存部分羽片，难于定种。

4.3 木兰（*Magnolia* sp.）（未定种）

叶宽披针形，长约 12cm，宽 5cm，顶端渐尖，基部渐狭而钝。叶边全缘。中脉粗壮；侧脉约 12 对，以 45°～50°角从中脉生出，在近叶缘处分叉后一支向前一支向后形成环结脉网；三次脉整齐。

脉序特征属木兰属，因标本保存不全，未定到种。

4.4 臭樟（*Cinnamomum glandulifera* Meisn.）

叶椭圆形，长约 7.2cm，宽 4.5cm，顶端和基部钝状渐尖，叶边全缘。具三基出脉，其余脉羽状，基侧脉弧曲伸至叶 2/3 处；羽状脉约以 60°角从中脉生出，弧曲向前形成环结脉序，侧脉间有明显的直接从中脉生出的细脉；三次脉显著与中脉成直角而与侧脉斜交，彼此平行整齐。

该叶形和脉序与现代种臭樟极相似。为乔木。多分布在云南，国外印度有分布。

4.5 古宽叶钩林（*Lindera prelatifolia* Tao sp. nov.）（新种）

叶略成倒椭圆形，长 9.8cm，宽 4cm 左右，叶顶钝渐尖，基部楔形。中脉中等粗细，微弯；侧脉羽状，弧曲，以 50°～60°角从中脉生出，近基处的夹角小，愈向上夹角愈大，侧脉在近边缘处环结，其间具与中脉垂直的细脉；三次脉与中脉垂直，细脉网状。

该种叶形倒椭圆形，脉序特征似 *Lindera* 属。

4.6 山楼叶泡花树（*Meliosma buchananifolia* Merr.）

叶矩圆状倒披针形，长约 8.3cm，宽 4cm，顶端渐尖，基部楔形，叶缘有细锯齿。中脉直；侧脉约 15 对，微弧曲伸至叶缘，以 40°～50°角从中脉生出；三次脉与侧脉垂直，排列整齐。

该种叶形特征与产于我国山旺的钝叶泡花树近似，但叶脉对数、弧曲程度，叉出角等特征与现分布于云南地区的 *M. buchananifolia* 相似。

4.7 矮杨梅（*Myrica nana* Cheval.）

叶形较小，倒卵形，长约 3cm，宽 1.9cm，顶端钝宽，基部狭楔形，叶缘下部全缘上半部具明显的齿。中脉粗壮，侧脉与中脉之间的夹角较大。

该种为常绿灌木，现代主要分布于云南中部和贵州西部。

4.8 腾冲杨（*Populus tengchongensis* Tao sp. nov.）（新种）

叶卵形，长近 7cm，宽 4.5cm，顶端渐尖，基部钝圆略偏斜，叶缘具大的乳头状齿。中脉粗壮；侧脉羽状约 5 对，基部一对似基侧脉，较长，伸至叶的 1/2 处，与中脉的夹角 45°～50°，其余侧脉的夹角略大，侧脉间具间脉；三次脉垂直于侧脉或直接形成网脉。

该种叶卵形，基部偏斜，叶缘具乳头状齿等特征而与我国中新世出现的 *P. latior* 和 *P. glandulifera* 均有明显区别。

4.9 圆基榆（*Ulmus harutoriensis* Oishi et Huzioka）

叶形特大，卵椭圆形，长达 15cm 以上，宽 9.6cm，顶端渐尖，基部呈不对称的心形，叶缘具较整齐的重锯齿。中脉粗壮，略弯曲向前；侧脉 14～15 对，近对生，近基的 2～3 对向外侧弯后再向前伸，其余侧脉直伸达叶缘；三次脉整齐，垂直于侧脉。

该种出现在日本北海道和萨哈林南部老第三纪地层中山，腾冲化石与该种极相似，以叶形大为特征。

4.10 瓦山栲（*Castanopsis ceratacantha* Rehd. et Wils.）

叶宽披针形，上部较下部略宽，长 8.4cm，宽 3cm，顶端渐尖，基部未保存。叶缘前部 1/3 处具明显的齿，其余全缘。中脉粗壮，微弯曲；侧脉约 14 对，互生，在全缘处的侧脉近叶缘处向前弯曲后渐消失，在具齿处的侧脉伸入叶缘齿尖；三次脉密，整齐，与侧脉垂直。

当前标本叶形与现代仍分布于该区的瓦山栲相似，为常绿乔木，分布于常绿阔叶林中。

4.11 白皮柯（*Lithocarpus dealbatus* Rehd.）

叶宽披针形，叶两侧边缘近平行，长 8cm 余，宽约 3cm，叶顶端和基部均未保存，叶边全缘。中脉粗壮；侧脉约 10 对，以 30°～35°角从中脉生出，微弧曲向前；三次脉整齐，细密，与侧脉成直角。

该化石叶形与现生存于本区的白皮柯相似，为常绿阔叶林的建群种，通常分布在 1300～3500m 处。

4.12 毛背花楸（*Sorbus aronioides* Rehd.）

叶椭圆状倒卵形，长约 5.6cm，宽 3.2cm，叶的中部明显收缩成倒卵形，顶端渐尖，基部较圆，叶柄短，长仅 2mm。叶边近基全缘，渐向上具齿至中上部具重锯齿。中脉中等粗细，微弯；侧脉 10～11 对，斜直伸向叶缘；三次脉与侧脉近于垂直或略斜交。

叶形特征与该现代种极相似。

4.13 马桑（*Coriaria sinica* Maxim.）

叶宽椭圆形，可见部分长 3.5cm（实长约 5cm），宽 2.8cm，顶端急尖（保存不完整），基部圆形，叶边全缘。三基出脉，侧主脉弧曲伸至近叶顶处，叶质地较薄。

其特征极似现代种。

4.14 冻绿（*Rhamnus cf. utilis* Decne.）

叶长椭圆形，长约 9cm，宽 4.4cm，顶端短渐尖，基部楔形，边缘有细锯齿。中脉粗壮，微弯曲；侧脉约 7 对，近对生或互生，弧曲至叶缘，间距近相等；三次脉近垂直于中脉与侧脉略成斜交。

4.15 硬叶鼠李（*Rhamnus hirsuta*）

叶长椭圆形，两侧边缘近平行，长 10.3cm（实际更长），宽 3.8cm，顶端和基部均未保存，叶边全缘。中脉粗壮，直伸；侧脉 8～9 对，互生，弧曲，在近叶缘处向前弧曲度更大，渐消失；三次脉近垂直于中脉而与侧脉略成斜交状。

4.16 （密脉漆 *Rhus inouei* Huzioka）

叶卵形，长近 8cm（仅计保存部分，实际更长），宽约 5cm，顶端急尖，基部圆形微不对称。中脉在近顶处微弯曲；侧脉 12 对或更多，约以 50°角从中脉生出，近叶缘时明显向前弧曲；三次脉近于侧脉成垂直角。

该种出现在日本中新世的 Utto 植物群。

4.17 柃（*Eurya ciliata* Merr.）

叶矩圆状披针形，长 4.3～4.5cm，宽 1.1～1.3cm，顶端渐尖，基部钝圆或浅心形，两侧微不对称，叶缘具细齿。中脉在近基处粗壮，向前渐变细；侧脉羽状 12～15 对，以 70°～80°角从中脉生出，弧曲向前至叶缘处环结；三次脉多与细脉等粗，直接形成 4～5 边形脉网，部分直接从中脉以直角生出的三次脉亦明显。

该种为常绿灌木，现在本区分布较广。

4.18 滇南马钱（*Strychnos cheliensis* Hu）

藤状灌木。叶椭圆形，长 9.5cm，宽 4.3cm，顶端短渐尖。基部宽圆形，叶缘微波状，叶柄粗壮。三基出脉，侧主脉沿叶边等距弧曲伸达叶顶，中脉特粗壮，直伸；侧脉多对从中主脉羽状生出，叉角较大；三次脉多与中脉成直角，多数，彼此平行，从侧主脉外侧亦生出多数垂直生出的三次脉，彼此平行。

该化石脉序特殊之处在于三次脉和中脉及侧主脉垂直生出，近叶缘处环结，二次脉不显，与现代种滇南马钱相似。

4.19 圆叶马钱（*Strychnos rotundifolia* Tao sp. nov.）（新种）

叶圆卵形，长 3cm（保存不全，实际更长），宽 3.6cm，叶顶未保存，基部急收缩，

两侧微不对称。具短的叶柄。三基出脉，中主脉直，侧主脉弧曲至叶顶；从中主脉生出的侧脉多对，以 70°～80°角生出或近直角生出，从侧主脉生出的脉多近直角平展，在近叶缘处联结成明显的脉环。

该种与滇南马钱的主要区别在叶的形状为圆卵形，叶体积较小。

4.20 披针叶马钱（*Strychnos paracathayensis* Tao sp. nov.）（新种）

叶卵披针形，长 6.2cm，宽 2.2cm，顶端长渐尖，微弯，基部钝楔形，略不对称。叶边全缘。三基出脉，中主脉微弯曲，侧主脉沿叶边弧曲伸至叶顶，从中主脉生出的叶脉约 11 对，以 40°～45°角生出，近基处的夹角较大，从侧主脉向外生出的多数侧脉近直角生出。

当前化石叶形特征与我国南方分布的 *S. cathayensis* 近似，但叶形有区别。

主要参考文献

姜汉侨. 1980. 云南植被分布的特点及其地带规律性. 云南植物研究，1：22～31

金振洲. 1979. 云南常绿阔叶林的类型及特点. 云南植物研究，1：90～104

李文漪，吴细芳. 1978. 云南中部晚第三纪和早第四纪的孢粉组合及其在古地理学上的意义. 地理学报，33：142～154

陶君容，孔昭宸. 1973. 云南洱源三营煤系的植物化石群和孢粉组合. 植物学报，15：120～125

吴征镒. 1979. 论中国植物区系的分区. 云南植物研究，1：1～19

中国科学院北京植物研究所，南京地质古生物所. 1978. 中国新生代植物. 北京：科学出版社

中国植被编辑委员会. 1980. 中国植被. 北京：科学出版社. 306～327，731～738，1022～1026

Axelrod D I. 1956. Miocene-Pliocene Floras from West-Central Nevada. Univ Califolia. Pub Geol Sci，33：188～251

Chesters K I M. 1957. The Miocene flora of Rusinga Island，Lake Victoria，Kenya. Palaeontographica ABT，101：30～71

Graham A. 1975. Late Cenozoic evolution of tropical lowland vegetation in Veracruz，Mexico Evolution，29：723～735

Huzioka K. 1963. The Utto flora of Northern Honshu in Tertiary Floras of Japan Miocene Floras. Collab Assoc Comm 80th Ann Geol Surv. Japan，153～216

Laknanpal R N. 1970. Tertiary floras of India and their bearing on the history geology of the region. Taxon，19：675～694

Oishi S，Huzioka K. 1954. Studies on the Cenozoic plants Hokkaido and Karahuto (South Saghalien). Japanese Jour Geol Geogr，24：123～144

Neogene Flora of Tengchong Basin in Western Yunnan, China

TAO Jun-rong　DU Nai-qiu

(Institute of Botany，Academia sinica)

Abstract The specimens were collected by our expedition from the Neogene flora of Teng-chong basin，i. e：20 families，29 genera and 35 species，four of which are de-

scribed as new species, its show with characteristics as follows:

(1) Tengchong basin flora developed from the Paleogene flora of Tethys sea and remains some characters of the latter, for example, containing forest forms of Fagaceae and Lauraceae with evergreen borad-leaves. Since Late Miocene the Himalayas uplifted, the Tethys sea was recessive from the region, and this region had started acquiring its present day configuration. The climate became arid and cool. The flora was expanded with some deciduous elements.

(2) The flora was expanded with Leguminosae elements which may indicate the climate changing to arid.

The age of the flora is considered to Late Miocene-Early Pliocene. Its elements closely resemble with the modern ones of Yunnan flora.

西域青荚叶实生苗驯化的初步研究*

汪建云　孔治有　覃　鹏

（保山师范高等专科学校　保山　678000）

摘　要　本文通过对西域青荚叶实生苗驯化方面的实验，得出其驯化成活是各种环境因子综合作用的结果，与原生环境相似的适当的光照（弱、中光）、湿度（高、中湿度）、土壤肥力（高、中肥力）有助于驯化成活。

关键词　西域青荚叶，实生苗，驯化

西域青荚叶（*Helwingia himalaica* Hook. f. et Thoms. ex Clarke）属山茱萸科，该植物株形优美，特别是花果着生在叶的中脉上，位置奇特，果熟时鲜红色，具较高的观赏价值。同时其叶、果等可入药，因而该物种是一种观赏和药用兼用的、亟待开发的种质资源。目前，人们对它的价值虽有一定认识，但物种收集有一定困难，该方面的驯化研究现未见报道。因此，通过收集相关资料，进行原生环境调查，结合该物种的生物学特性，提出相似生境条件下实生苗驯化（以下简称驯化）能成活的假设，然后通过实验验证，提出一系列适用于该物种驯化的可行条件，可以为进一步引种驯化提供科学依据和理论指导，为开发和经济利用提供前期准备。

根据驯化理论和该物种喜阴僻，耐湿润的特性，通过控制驯化生境中的湿度、光照、土壤肥力，当驯化成活后，通过对成活率、新枝高度、叶量、生活力变化等的统计分析，可以得出结论。

1　生物学特性

实验种经标本采集鉴定为西域青荚叶，其植株根系发达，地上部分高1～3m，幼枝黄褐色或稍带紫色，叶厚纸质，多长圆状披针形或长圆形，先端尾状渐尖，基部阔楔形，边缘具腺状细锯齿，侧脉5～9对。花期4～5月，雄花绿色带紫，常10多枚组成密伞花序；雌花1～4枚。果期7～10月，果近球形，长6～12mm，直径6～9mm，1～3枚生于叶面中脉上。种子1～4枚。该种分布于我国的湖南，湖北、四川、云南、贵州、西藏南部以及尼泊尔、不丹、印度北部、缅甸北部和越南北部，生于海拔1700～3000m的山地湿性、半湿性阔叶林中或次生竹林中阴湿处，属于亚热带林下稀见的一种常绿、半常绿灌木。

2　材料与方法

2.1　材料来源

西域青荚叶，生于高黎贡山2300m左右中亚热带湿性常绿阔叶林中。

---

* 本文2005年发表于《中国野生植物资源》，24(4)：59～62。

2.2 方法步骤

2.2.1 实验处理

设定两种湿度（中湿、高湿）；3 种光照（弱光、中光、强光）；3 种土壤（高肥、中肥、低肥）；共 15 种组合，每种组合 5 个重复。

2.2.2 实生苗采集和实验前处理

选择阴天和该物种生长季节（春季至初夏）进行实生苗采集，采集时尽量不伤根系，采后修剪，除去 2/3 左右枝叶，并做根部保湿措施；及时种植。

2.2.3 实验地及驯化期处理

实验地划区分块，每个组合 60cm×60cm；定量浇水控制土壤湿度；遮蔽法控制光照，经照度计连续 6 天定时测定结果：弱光平均值为 3156.667Lx，占强光的 3%；中光平均值为 23 363.33Lx，占强光的 23.03%；强光平均值为 102 333.3Lx。

土壤混合法控制土壤肥力，考虑病虫害和驯化苗成活矿质需要，采用山红土和山基土，高肥为 3 份山基土：1 份山红土；中肥为 1 份山基土：1 份山红土；低肥为 1 份山基土：3 份山红土。

定时记录空气和土壤的温度、湿度和驯化过程中实生苗变化。成活率采用定时分株综合判断记录；新枝高度采用定时分株测量记录；对叶量采用定时定点分株计数记录；生活力采用定时分株综合判断分级（优、良、中、差）记录。

3 实验结果分析

从 2004 年 4 月 16 日获取实验材料进行实验至 2004 年 6 月 14 日止，实验共计 60 天。

3.1 条件控制结果分析

驯化期间条件控制基本达到了实验设计的要求（图 1 和图 2）。

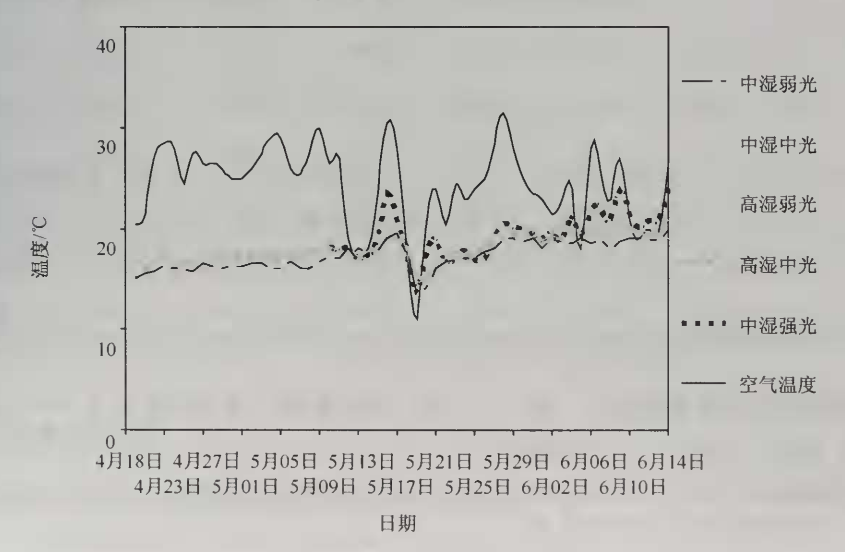


图 1　土壤与空气温度关系图

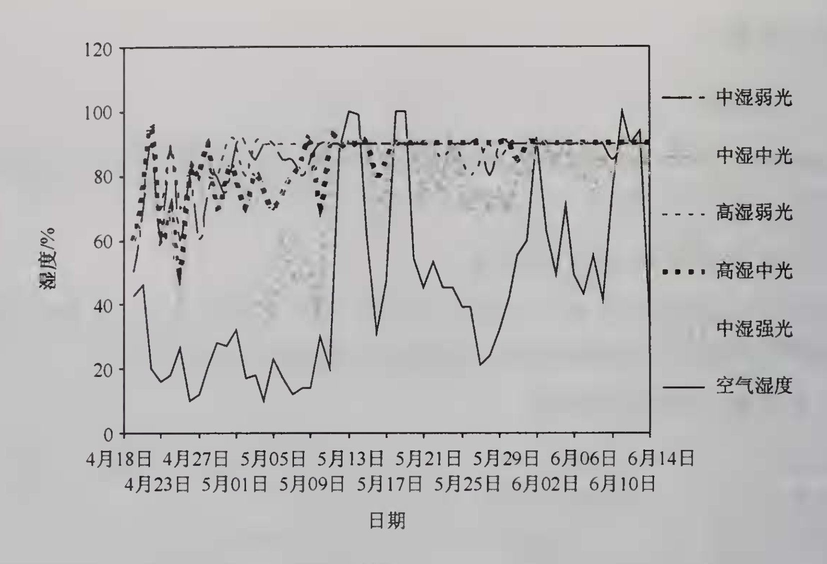


图 2　土壤与空气湿度关系图

3.2　成活率变化分析

基本数据统计（表 1）显示，高肥高于中肥和低肥；高湿高于中湿；弱光高于中光和强光。这是在中前期前者成活率均较高的缘故。

表 1　统计描述

	个体数	极差	最小	最大	总和	平均	标准误	标准差
高肥	9	1.00	0.00	1.00	6.00	0.6667	0.1382	0.41473
中肥	9	1.00	0.00	1.00	5.36	0.5956	0.1351	0.40519
低肥	9	1.00	0.00	1.00	5.28	0.5867	0.1261	0.37842
中湿	9	1.00	0.00	1.00	5.33	0.5927	0.1353	0.40579
高湿	9	1.00	0.00	1.00	5.87	0.6519	0.1314	0.39409
弱光	9	1.00	0.00	1.00	6.33	0.7037	0.1359	0.40782
中光	9	1.00	0.00	1.00	5.20	0.5779	0.1252	0.37568
强光	9	1.00	0.00	1.00	4.67	0.5186	0.1643	0.49300

不同条件下成活率变化图（图 3）显示，在中前期，成活率高肥大于中肥和低肥，高湿大于中湿，弱光大于中光和强光。

差异性检验（表 2）显示，湿度对成活率变化有极显著影响，其差异十分显著；不同肥力下和不同光照下差异不显著。

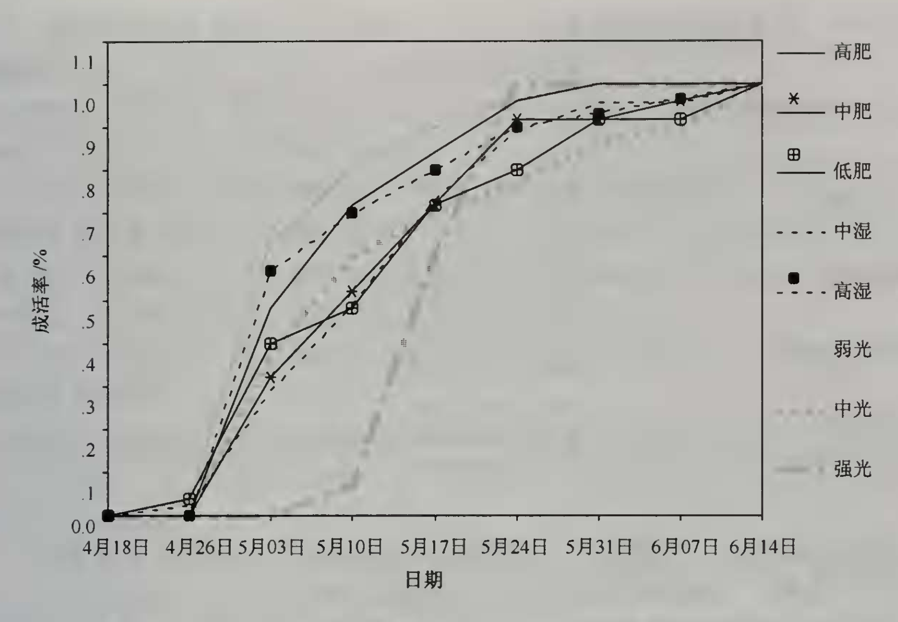


图 3　不同条件下成活率示意图

表 2　差异性检验

	个体数	秩平均	方差	自由度	Z值	显著性概率
高肥	9	15.67				
中肥	9	13.39	0.620	2		0.733
低肥	9	12.94				
中湿	9	13.50			−3.492	0.000
高湿	9	5.50				
弱光	9	13.00				
中光	9	18.44	4.995	2		0.082
强光	9	10.56				

因子分析结果（表 3）显示成活率变化中，弱光、高湿、高肥、中光为第一因子最有影响力的成分，强光为第二因子最有影响力的成分。方差分析显示第一因子占总方差的 96.112%，第二因子占总方差的 3.485%，二者总计占 99.597%，能较全面反映所有信息。

可靠性分析显示 α 检验为 0.9924（标准 α 检验为 0.994），说明数据有很高的可靠性。

3.3　新枝高度分析

从新枝高度与成活时间相对应数据的相关性分析（表 4）可以看出，两者具极显著的相关性，因而新枝高度分析能反映驯化中的各种因子。

表 3 因子分析结果

球度检验		旋转后因子荷载表		
			因子	
			1	2
KMO 检验值	0.529	高肥	0.840	0.539
		中肥	0.737	0.674
球度检验值	254.244	低肥	0.754	0.651
		中湿	0.714	0.699
自由度	28	高湿	0.870	0.491
		弱光	0.896	0.440
显著性概率	0.000	中光	0.806	0.584
		强光	0.444	0.895

表 4 相关性分析

	个体数	相关系数	显著性概率（双尾）
高肥	25	0.914	0.000
中肥	25	0.962	0.000
低肥	25	0.946	0.000
中湿	45	0.961	0.000
高湿	30	0.952	0.000
弱光	30	0.946	0.000
中光	30	0.966	0.000
强光	15	0.783	0.001

差异性检验显示，不同肥力下，新枝高度有显著差异（显著度为 0.042）；不同湿度下和不同光照下，新枝高度无显著差异（显著度分别为 0.091、0.264）。

因子分析（球度检验显著度为 0.000）显示，新枝高度主要受 3 个主要因子控制，占总方差的 99.333%；弱光、高湿、低肥为第一因子最有影响力的成分 [旋转后因子荷载表（下简称因子表）中分别为 0.760、0.720、0.703]，中肥力为第二因子最有影响力的成分（因子表中为 0.736），强光为第三因子最有影响力的成分（因子表中为 0.707）。

3.4 叶量分析

从叶量与成活时间相对应数据的相关性分析得到叶量与成活时间相关系数均大于 0.859，两者具极显著的相关性，因而叶量的分析能反映驯化中的各种因子。

差异性检验显示，不同肥力下，叶量无显著差异（显著度为 0.562）；不同湿度下，叶量无显著差异（显著度为 0.101）；不同光照下，叶量有显著差异（显著度为 0.023）。

因子分析（球度检验显著度为 0.000）显示，叶量主要受 2 个主要因子控制，占总方差的 97.835，弱光、中肥为第一因子最有影响力的成分（因子表中均为 0.868）。高肥、高湿为第二因子最有影响力的成分（因子表中分别为 0.868、0.820）。

3.5 生活力变化分析

从生活力变化与成活率变化的相关分析得到生活力变化与成活率变化相关系数均大于 0.735，两者具显著的相关性，因而生活力变化的分析能反映驯化中的各种因子。

差异性检验显示，不同肥力下，生活力变化无显著差异（显著度为 0.266）；不同湿度下，生活力变化无显著差异（显著度为 0.157）；不同光照下，生活力变化有显著差异（显著度为 0.042）。

4 结果和讨论

（1）适当条件下，西域青荚叶的驯化是完全可行的，本实验成活率变化统计描述和不同条件下成活率变化图显示成活率均为 100%；

（2）成活率变化统计结果和不同条件下成活率变化图显示，在中前期，成活率高肥高于中肥和低肥，高湿高于中湿，弱光高于中光和强光；

（3）统计分析显示，湿度对成活率变化有极显著影响；弱光、高湿、高肥、中光、强光是成活率变化中最有影响的因子成分；

（4）统计分析显示，新枝高度统计分析能反映驯化中的各种因子；不同肥力下，新枝高度有显著差异；弱光、高湿、低肥、中肥是新枝高度中最有影响的因子成分；

（5）统计分析显示，叶量分析能反映驯化中的各种因子；不同光照下，叶量有显著差异；弱光、中肥、高肥、高湿是叶量中最有影响的因子成分；

（6）统计分析显示，生活力变化分析能反映驯化中的各种因子；不同光照下，生活力变化有显著差异。

综上所述，西域青荚叶的驯化成活是各种环境因子综合作用的结果，与原生环境相似的适当的光照（弱、中光）、湿度（高、中湿度）、土壤肥力（高、中肥力）是有助于驯化成活的环境因素。

（7）本实验采用小样本，与大样本相比虽还存在一定误差，但已能正确反映驯化过程中的各种环境因素与驯化成活率之间的关系；

（8）本次实验采用统计分析中的差异性分析、因子分析、相关性分析、可靠性分析和传统数据比较相结合的分析方法，可为类似实验统计及分析提供借鉴。

主要参考文献

陈炳华. 2002. 观赏实验两相宜-青荚叶. 植物杂志，1：31

胡文光. 1990. 中国植物志 第 56 卷. 北京：科学出版社. 27～28

李春喜. 2003. 生物统计学. 北京：科学出版社. 1～283

熊子仙. 1997. 云南资源植物学. 云南教育出版社. 1～143

中国科学院植物所. 1972. 中国高等植物图鉴. 第二册. 北京：科学出版社. 1111

周云龙. 1999. 植物生物学. 北京：高等教育出版社. 544～549

The Preliminary Studying on Tree Seedling Domesticating in *Helwingia himalaica*

WANG Jian-yun　KONG Zhi-you　QIN Peng

（BaoShan Teacher's College, BaoShan 678000）

Abstract　By experiments of tree seedling domestication aspects of *Helwingia himalaica*, this article has educed this species surviving of domestication that is a result of combined actions of a variety of environmental factors. The similar and proper conditions with primary environment-low or middle illumination and high or middle humidity and high or middle soil fertility are environment factors of which conduce to surviving of domestication.

Key words　*Helwingia himalaica*, Tree Seedling, Domesticating



第三部分　动物研究



云南高黎贡山地区鸟类多样性分布及保护*

韩联宪　兰道英　马世来

（中国科学院昆明动物研究所保护生物学中心　昆明　650223）

摘　要　云南西部的高黎贡山地区栖息着485种鸟类，分属18目、60科、250属，约占我国鸟类1244种的39%。笔者依据昆明动物研究所历年在该地区采集的鸟类标本记录和近3年在该地区所观察搜集的鸟类资料，按海拔高度和纬度划带，统计各带的鸟类种数，以探讨高黎贡山地区鸟类多样性分布规律，并结合该地区人口数量、森林面积以及保护区的位置、面积比率对该地区的鸟类多样性保护加以分析，提出相应的保护建议。

关键词　高黎贡山，鸟类多样性分布，保护

云南高黎贡山地区是中国鸟类多样性最为丰富的地区之一，迄今为止在该地区共记录到485种鸟，分属18目、60科、250属，对其多样性分布规律和保护状况进行研究有重要意义。笔者对获自高黎贡山地区的鸟类资料结合当地人口密度、森林面积和保护区在不同地区的面积比率进行了分析，探讨该地区鸟类多样性分布并对保护现状进行评价，提出相应的保护措施。

1　高黎贡山地区的范围及自然概况

本文所涉及的高黎贡山地区，系指云南境内怒江以西，中缅边界以东的狭长地带，向北至通陶马库山东坡，主峰嘎阿嘎普以南以及贡山独龙江西岸的担当力卡山东侧，南达瑞丽市弄岛一带。

全区地处喜马拉雅山脉南延地段，云南西隅，系横断山区著名三大并列山系（高黎贡山、怒山、云岭）的西支，为伊洛瓦底江和怒江的分水岭。地理位置约为23°50′～28°30′N，97°31′～99°05′E。

高黎贡山地区总体呈南北宽、中部窄，地势由北向南逐渐转低。中段和北段系高黎贡山主脉地带，山体高大陡峭，南段主脉和余脉相对低缓，多为低山和丘陵。全区最高点为北段贡山县境内的嘎阿嘎普峰，海拔5128m；最低处为西南盈江县境内那邦坝中缅界河（拉沙河与穆雷江）交汇处，海拔仅210m。南北相对高差达4910m，山体垂直高差南部地区多在500～1000m，中部和北部地区大多在2500～3000m。

该地区的总体气候属印度洋西南季风区。南部海拔1000m以下地区气候为热带、南亚热带季风气候，年平均气温22.6℃，年极端最低气温2℃，年降水量2829mm，年相对湿度80%，雾多无霜。中部地区海拔大多在1800～3000m，属中亚热带气候，日照充足，热量丰富，霜多雾日少，年均气温15℃，极端最高温31℃，极端最低温0℃，

---

* 本文1996年发表于《中国鸟类学研究》，北京：中国林业出版社．40～49。

年降水量 1260mm。北部地区海拔多在 2000～4000m，为北亚热带季风气候，中高山带季风湿润气候明显，年降水量 1637mm，降雨量明显高于中部而低于南部。但独龙江河谷的降水量可达 3000mm，最高年达 4796mm，北部系横断山区多雨地带，且云雾日多，太阳辐射弱，主峰嘎阿嘎普终年积雪。

该地区由南到北，或由低海拔到高海拔主要植被类型大体可分为热带雨林、季雨林、亚热带季风常绿阔叶林和以铁杉、冷杉、云南松、乔松为主体的温性、寒温性针叶林。高黎贡山地区的植被垂直分布见图 1。

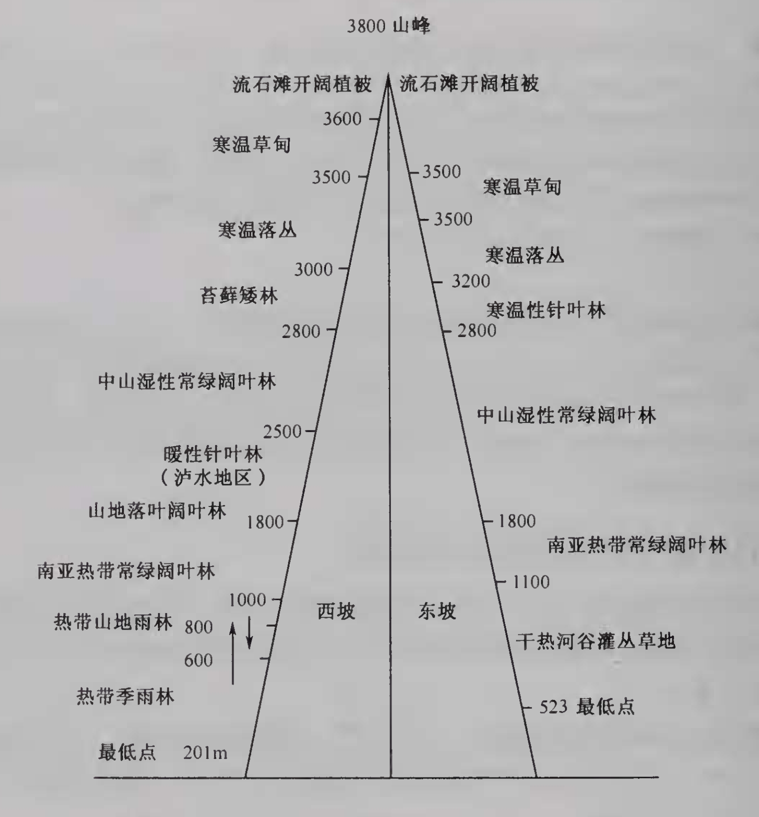


图 1　高黎贡山地区东西坡向典型植被的垂直分布（刘德隅等　1989）

2　研究方法

鸟类多样性基础数据依据历年昆明动物研究所在该地区数次考察所采集的标本记录以及 1992～1994 年笔者在该地区进行野外考察的直接观察资料。用于统计的鸟类标本 3131 号，采用的观察资料系该地区 13 个考察点、228 天野外工作日中对 332 种鸟类累计 16 178 只次的观察记录。将高黎贡山按 500m 高度划带，并按纬度从南到北划为 4 个水平带，分别统计各带中的鸟类种数。北纬线 26°～27°地区因条件艰难，未进行过考察，缺乏资料，借鉴 Hunter 和 Yonzon（1993）的方法，参考《云南省地图集》（云南省测绘局 1982）和《云南自然保护区》（刘德隅等　1989），采用 AUTOCAD 11.0 软件，在 IBM486 计算机上通过描绘怒江各县的图形及该县怒江以西地区的图形，计算两

者的面积比率，然后计算该县在怒江以西的面积。我们假设各县的森林和人口分布是均匀的，各县江以西面积占全县面积的比率和总人口或总森林面积的乘积即为江以西的人口数量或森林面积。

在森林和保护区随海拔带分布面积的计算上，我们采用透明的有均匀网格的硫酸纸在各分县地图上布点（对各跨江县仅统计江以西部分），记录所有网格点的海拔，并分别归于以 500m 为范围的各海拔带中，通过计算各海拔带中网格点占全县（或全保护区）总网格点的比率估计各海拔带占总面积的比例，由此推算各海拔带的面积。人口分布是在分县地图上，随机选择经纬线限定的方格，方格数不少于全县总方格数的 1/2，对落在不同海拔带里的村庄进行计数，乡以下村庄均计为 1，因县城人口为 1 万～3 万人，平均为 0.96 万人（$N=13$），计为 5 个村庄。通过计算村庄在不同海拔带中的比率，推算该县人口在不同海拔带上的分布，共统计 1620 个村庄。

对于上述数据，用 LOTUS FREELANCE PLUS 3. 0 和 HARVARD GRAPHICS 2. 1 两种软件进行绘图，进行了相关和线性回归分析。人口数据进行了弧-正弦转换，除另有说明外，显著性水平为 $p<0.01$。

3 结果与讨论

高黎贡山地区鸟类目名和科、属、种数量以及保护级别列入表 1，鸟类种数随海拔带和纬度带的变化列入图 2，怒江以西地区面积、人口及保护区基本数据见表 2，不同海拔带和不同纬度带的有关数据分别列入表 3、表 4 及图 3、图 4，高黎贡山地区鸟种多度与保护区面积随海拔的变化以及人口密度与保护区面积比率随海拔的变化分别见图 5 和图 6，不同纬度带保护区面积比率与人口密度的线性关系见图 7。

表 1　高黎贡山地区的鸟类种数

目	科		属		种		I 级保护		II 级保护	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
鸊鷉目	1	0	1	0	1	0				
鹈形目	1	1	1	1	2	1			1	1
鹳形目	2	1	7	2	10	2	1			
雁形目	1	1	3	4	6	5				
隼形目	2	2	11	11	17	19	1	1	19	18
鸡形目	1	1	15	12	20	15	6	3	7	6
鹤形目	3	2	8	3	11	3	1		1	
鸻形目	5	2	8	4	15	8				
鸥形目	1	1	1	1	2	2			1	
鸽形目	1	1	7	7	11	9			5	3
鹦形目	1	1	1	1	2	1			2	1
鹃形目	1	1	6	4	11	6			2	1
鸮形目	1	2	6	3	9	7			11	7
夜鹰目	2	0	3	0	4	0				
雨燕目	1	1	4	2	5	3				

续表

目	科		属		种		I级保护		II级保护	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
咬鹃目	1	1	1	1	2	1				
佛法僧目	5	5	10	7	15	9			3	3
裂形目	2	2	10	5	21	15			1	
雀形目	27	24	120	102	321	226			2	2
合计	59	49	223	170	485	332	9	4	55	43

注：A：有记录的总种数；B：1992～1994 年观察记录到的种数。

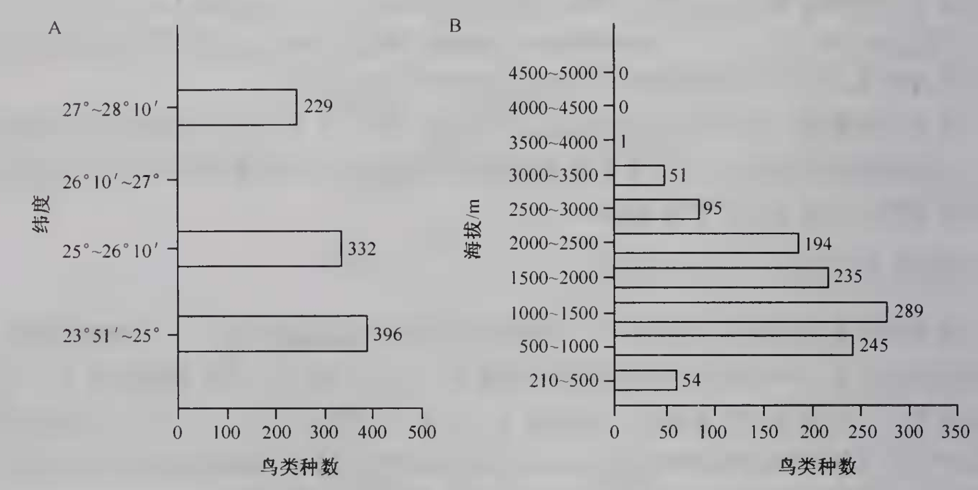


图 2 鸟类种数随海拔带和纬度带的变化

A：纬度；B：海拔

表 2 怒江以西地区面积、人口及保护区基本数据

地点	面积/km²		人口		保护区	
	总面积	怒江以西	总人口密度/万人	怒江以西/(人/km²)	面积/km²	百分比/%
德宏州						
璐西	2987	2987	22.4	75	70.48	0.08
瑞丽	917	917	6.2	68		
碗盯	103	103	0.7	69	23.4	0.01
陇川	1931	1931	11.2	58		
梁河	1159	1159	11.2	97	259.69	0.06
盈江	4429	4429	17.5	40		
保山地区						
腾冲	5845	5845	45	77	423.72	0.07
龙陵	2884	2884	21	73		
保山	5011	1072.42	64.3	129	386.46	0.36
怒江州						
泸水	2343	1465.26	8.8	38	423.82	0.29

续表

地点	面积/km²		人口		保护区	
	总面积	怒江以西	总人口密度/万人	怒江以西/(人/km²)	面积/km²	百分比/%
碧江	1597	719.02	4.5	29	414.83	0.58
福贡	1802	1135.58	4.1	23		
贡山	4506	3334.33	2.6	6	1767.36	0.53
合计	34 794	27 981.61	219.5	63	3775	0.13

注：本表资料来源于云南省地图集（1982）（总面积、人口、人口密度为1978年资料）和刘德隅等（1989）（保护区面积）。碧江县现已撤销，部分并入泸水县，其余连同保护区并入福贡县。据刘德隅等（1989）原文，原碧江片保护区面积为137 848hm²，即1478.48km²，而原碧江县总面积才1597km²，显然有误。表中数据是依刘原文保护区“包括碧江县范围海拔2500m以上的整个高黎贡山东坡”计算的。

表3　不同海拔带自然保护区面积、鸟种多度、人口密度

海拔带/m	总面积/km²	保护区面积/km²	鸟类种数/种	人口密度/(人数/km²)
210～500	73	24	54	55
500～1000	3321	106	245	104
1000～1500	5995	140	289	72
1500～2000	7745	201	235	89
2000～2500	5376	582	194	24
2500～3000	2226	988	95	0
3000～3500	1735	901	51	0
3500～4000	1281	678	1	0
4000～4500	204	117	0	0
4500+	63	39	0	0
合计	28 019	3776		58

表4　高黎贡山地区不同纬度带土地面积、保护区面积和保护区面积比例及人口密度

纬度带	总面积/km²	保护面积/km²	保护比率/%	人口密度/(人数/km²)
23°51′～25°00′	13 993	378	0.03	72
25°00′～26°10′	7805	1215	0.16	67
26°10′～27°00′	1577	415	0.26	27
27°00′～28°23′	4607	1767	0.38	10
合计	27 982	3775	0.13	58

3.1　鸟类多样性分布

鸟类多样性在海拔500～2500m最丰富，68%的种类出现在2500m以下，而其中60%都记录在1000～1500m的海拔带，在高海拔地区鸟类物种多度明显较低，但也可

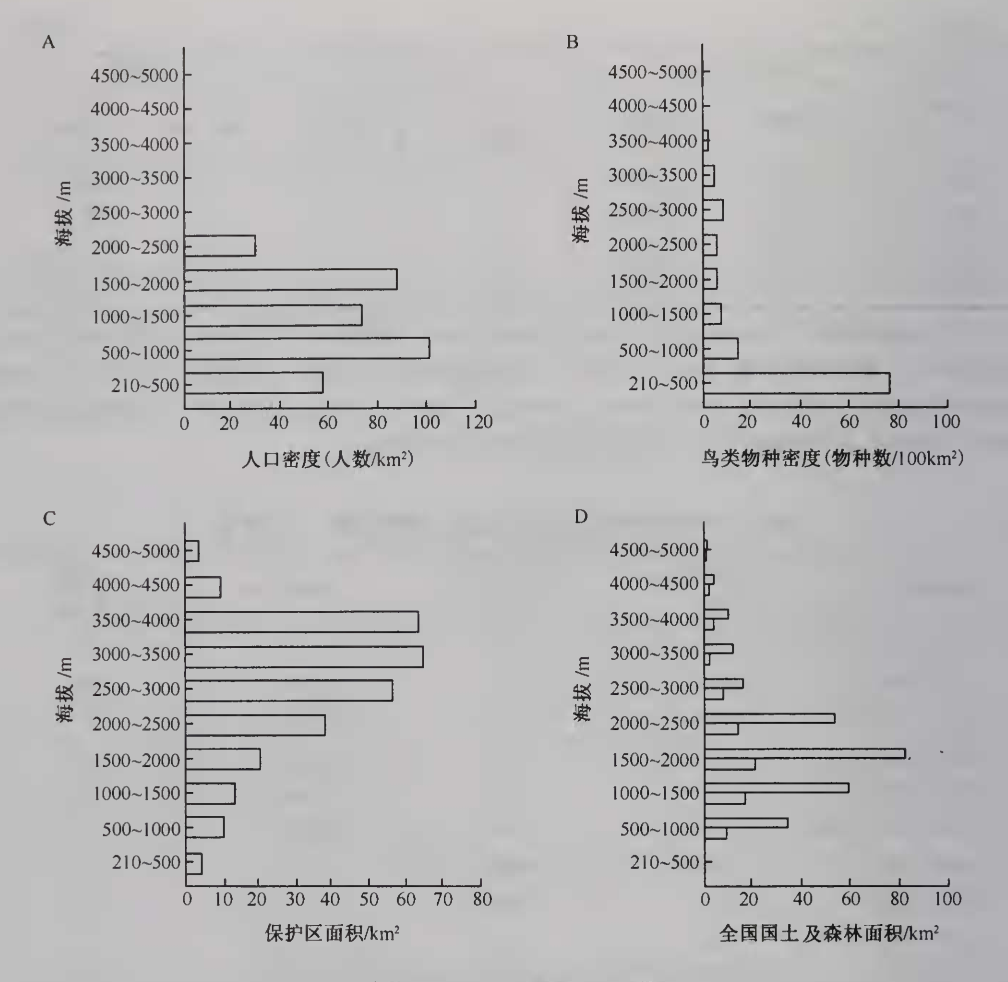


图 3 高黎贡山地区随海拔带的资料分布

能由于高海拔地区因不易到达，在该区域内调查工作的时间偏少而低估。鸟类物种多度随纬度增高而降低。对于高黎贡山地区的鸟类而言，海拔带和纬度带的变化都表明了一个同样的动态：物种多度倾向于热带和亚热带地区较高，而在高海拔带和单一林型较低。在高黎贡山地区，海拔的增高与纬度的增高是成同一趋势的。

3.2 保护区位置

已存在的保护区，在海拔分带和纬度分带上，与理想的策略相反，即具有较高物种多度的地区通常具有较低的保护区面积，反之亦然。显然，现存保护区的确定决定于那里具有最低的人口密度，即把保护区建立在与当地人矛盾冲突最少的地方。通过海拔分带，表明保护区的面积与人口密度是负相关的（图 6，$r=-0.888$），在纬度带上，保护区面积与人口密度呈负相关更明显（图 7，$r=-0.956$）。

通过线性回归分析表明，至少在高黎贡山地区，已建立保护区的区域人口密度从未超过 92 人/km^2，人口密度超过 30 人/km^2 的面积仅占保护区面积的 1/4。

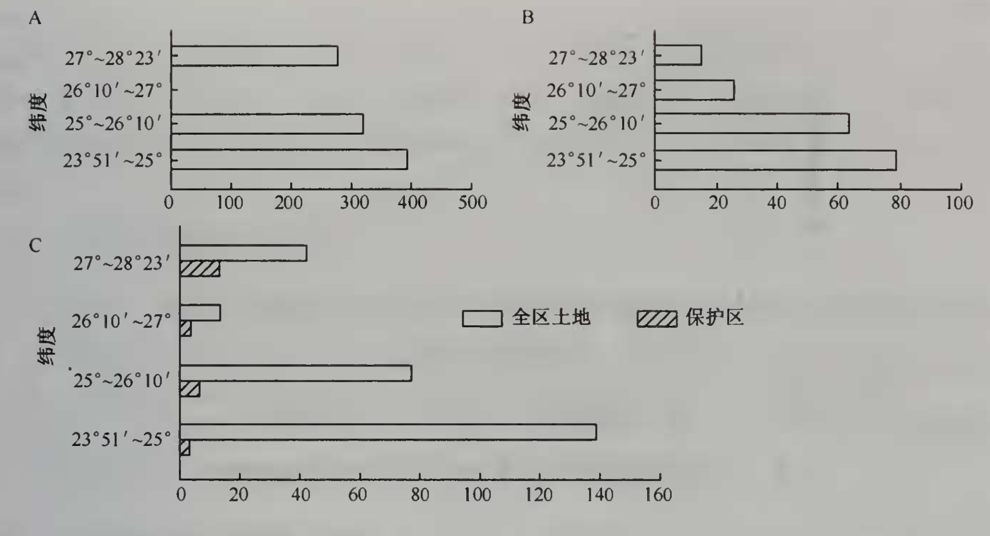


图 4　高黎贡山地区随纬度带的资源分布

A：鸟类物种多度；B：人口密度；C：全部土地及森林面积

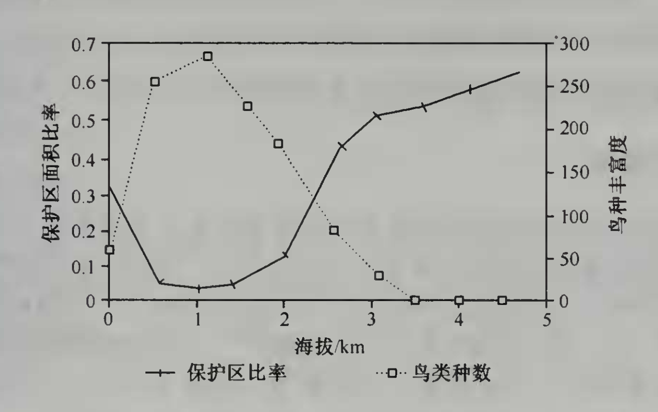


图 5　高黎贡山地区鸟种多度与保护区面积随海拔带的变化情况

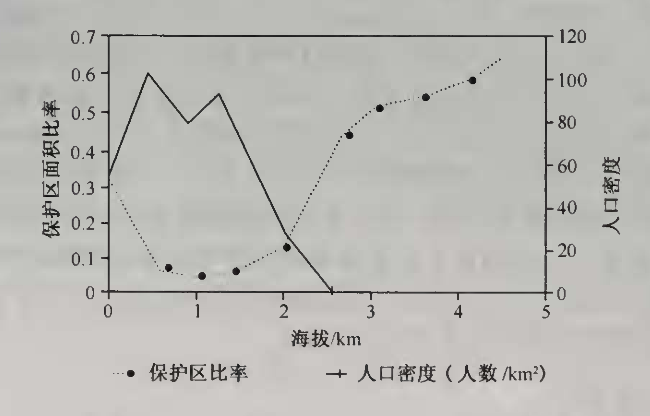


图 6　高黎贡山地区人口密度与保护区面积比率随海拔带变化情况

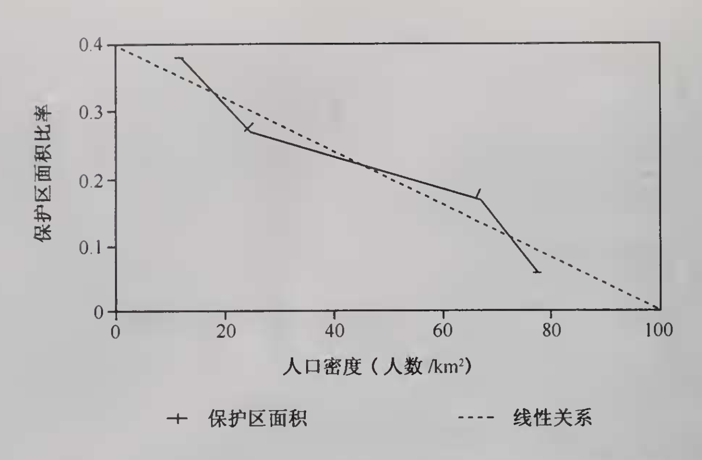


图 7　不同纬度带保护区面积比率与人口密度的线性关系

通过分析得出如下结论：①鸟类多样性通常在低海拔和低纬带较高（也是人口密度最大，耕种出产最多的地方），而在高海拔地带较低；②自然保护区一般设立于与人类冲突最少的地方，而不在人口密度较高处。由于鸟类物种多度与人口密度都取决于同样的因素，故现存保护区只有退让到生物多样性较低的地方。

4　高黎贡山地区鸟类保护现状及对策

4.1　鸟类保护现状

高黎贡山已建立的自然保护区总面积占高黎贡山地区总面积的 12.9%，是一个较高的比例，在保护鸟类及其栖息环境起到很大的作用。但是，由于近年来人口迅速增长，经济发展的刺激以及部分地区原始耕作习惯的综合影响，鸟类多样性及栖息地均在急剧丧失。而且，由于保护区总是建立在与人类生产、生活冲突最少的地区，因而其保护功能对鸟类的保护有一定的局限。南段海拔 1000m 以下，中、北段海拔 1000～2000m 地带为人口高密度分布区和农耕区，这些区域，除保护区外，自然的成熟林或近熟林几乎没有，有限的次生植被也多呈块状分布，成为高黎贡山地区鸟类多样性丧失最多的地区。例如，赤颈鹤（*Grus antigone*）20 世纪初在盈江县的蚌西还能见到数百只的大群（Rothschild　1926），我们在进行野外考察时，当地群众反映 20 世纪 60 年代初仍能见到赤颈鹤，自此之后便再未见到。80 年代末在盈江、瑞丽曾进行过两次赤颈鹤的专门调查，均未发现其踪迹，估计已经绝迹。绿孔雀（*Pavo muticus*）的分布范围较之 60 年代初期已大大缩小（文贤继等　1995），保山、泸水怒江沿岸河谷 70 年代中期尚有绿孔雀栖息，而在笔者 1992～1994 年的野外调查和访问中均没有获得该地区仍有绿孔雀存在的信息。一些栖息于高海拔地区的雉类，如白尾梢虹雉（*Lophophorus sclateri*）和血雉（*Ithaginis cruentus*），据当地村民反映也比过去少多了。

造成鸟类多样性丧失的原因主要有以下几点：

4.1.1　人口迅速增长

迅速增长的人口是该地区鸟类多样性丧失的重要因素。以怒江州为例，1993 年底，

全州人口达 46 万，较 1952 年底的 19 万增长了 142%（李宏国等　1991）。整个高黎贡山地区总人口已从 20 世纪 50 年代初期的 60 万左右增加到现在的 170 万左右，而现有耕地总面积仅216 933hm^2。形成了有限耕地资源、脆弱的生态环境与生产力发展和物质需求的尖锐矛盾，其结果必然是既破坏了自然环境，又不能彻底改变贫穷落后的状况。

4.1.2　经济热潮的刺激

改革开放，搞活经济政策的贯彻实施，推动群众发展生产，这本是脱贫致富的好政策，但有一部分人却片面理解搞活经济就是靠山吃山、砍树打猎，造成对生物资源的过度开发。据考察期间的不完全统计，高黎贡山地区从南到北的边境沿线已修筑了约 20 条采伐道，既砍伐国内的森林，也砍伐缅甸出卖的森林。猎取鸟、兽食用或出售比较普遍。猎杀国家规定的保护动物和在保护区偷猎的事经常发生。

4.1.3　传统生产习惯影响

该地区是少数民族居住地，一些传统的生产方式沿袭至今，刀耕火种在很多地区仍占有重要地位。在人口稀少的过去，森林面积大，火烧地的轮歇时间长，对生物多样性的影响不严重。而现在森林面积愈来愈少，火烧地的轮歇时间越来越短，对生物多样性的影响变得非常明显。由于多种原因，打猎在当地很普遍，随着大型兽类的减少，人们转而猎取各种鸟类。

4.1.4　文化素质低下

由于地处边远山区，接触外界新生事物少，守旧思想顽固，加上原始耕作方式导致生活贫困，尽管政府设法投资办学，但愿意送子女上学，或愿意多念书的人极少。据我们在村寨调查的粗略统计，适龄儿童读完小学的可能人数不及 50%，能念完初、高中的则寥寥无几。成年人中多数为文盲。文化素质低下必然导致愚昧无知，更谈不上有环境保护意识。

4.1.5　保护宣传和执法不力

已建立的自然保护区均配备三级管理机构（管理处或局、管理所和管理站），管理干部和职员 200 余人，在保护管理方面做了大量工作，并取得显著的保护效果。然而由于人员素质偏低（基层站多为当地干部和初、高中毕业生），加上经费短缺，管理多停留在处理偷砍盗伐和违法猎杀大型兽类的案件落实查处，而对违法猎取保护鸟类则从未查处过，以致当地群众误认为猎取黑熊、羚牛、苏门羚才违法，而捕杀各种鸟类均不犯法，这种错误认识对鸟类多样性保护十分不利。

4.2　保护建议

要有效地保护鸟类，必须发展当地经济，缓解“保护”和“生活”之间的矛盾。政府和主管部门应对保护区周围的村庄提供较其他村庄更多一些生产技术支持，从野生动物行政管理和生物学角度考虑，结合该地区鸟类多样性的分布情况需从以下 3 方面采取

措施。

4.2.1 加强鸟类栖息地保护

南段地区是鸟类物种多度最高的地区，但南段保护区面积最少，加上当地发展热带经济作物种植，森林被大量砍伐，鸟类栖息地丧失严重，保护鸟类栖息地是当务之急。要增加保护区或扩大现有保护区的面积。从社会经济角度考虑，增建新的保护区困难太大，但将现有的3片保护区面积适当扩大，并与周围的国有林连成片，同时在各地的水源涵养林建立禁止猎鸟制度。

4.2.2 强化法律宣传

怒江河谷沿岸地区，不仅鸟类物种多度高，而且是候鸟迁飞的重要通道，春、秋季节，各种游禽、涉禽和猛禽沿河谷迁移，其中的黑鹤、灰鹤与猛禽均为国家规定的保护动物，但这些地方均在保护区外，鸟类经常被人猎杀。有关部门应加强宣传保护法律，教育群众遵守法令，停止打鸟。

4.2.3 加大执法力度

高黎贡山地区的野生动物行政主管部门和保护区管理机构十余年来查办过多起违法狩猎案件，但都是涉及猎杀黑熊、羚牛、苏门羚等大型兽类，从未查处过违法偷猎白尾稍虹雉、红腹角雉、灰孔雀雉等国家保护鸟类的案件，以致在当地村民心中造成国家只保护大型兽类，不保护鸟类，无论什么鸟都可以打的错误认识。纠正这种错误认识，除加强保护法的宣传外，应依法查办猎杀国家保护鸟类的违法行为，以儆效尤。这个工作将是非常艰巨的过程，但必须去做，只有这样才能真正做到有法必依，执法必严，运用法律保护鸟类。

致谢 本工作是美国麦克阿瑟基金会（MacArthur Foundation USA）资助的云南野生动物考察和公众保护意识教育项目的部分工作。考察中，得到云南省林业厅、云南省野生动植物保护管理委员会、云南省外事办公室、德宏州林业局、怒江州林业局、保山地区林业局、高黎贡山自然保护区管理处、铜壁关自然保护区管理所、陇川县林业局、铜壁关保护区陇川弄巴管理所、瑞丽市林业局、南宛河保护区管理所、怒江州野生动植物保护管理办公室、泸水高黎贡山保护区管理所、腾冲高黎贡山保护区管理所和有关乡政府及保护站的大力支持和帮助，在此一并致谢。

主要参考文献

韩联宪. 1993. 中国鸟类一新记录——楔嘴鹩鹛. 动物分类学报，18(1)：128

李宏国，黄茹. 1990. 怒江州人口问题及人口发展战略研究. 怒江州人民政府，云南省地理研究所编制. 165～176

刘德隅，刘中天，钱德仁等. 1989. 云南自然保护区. 北京：中国林业出版社. 1～353

马世来，韩联宪，陈志平. 1995. 独龙江资源鸟兽的现状及其评价. 见：何大明. 高山峡谷人地复合系统的演进. 昆明：云南民族出版社. 76～87

彭燕章，魏天昊，杨岚等. 1980. 高黎贡山地区脊椎动物考察报告·第二册·鸟类. 北京：科学出版社. 1～304

文贤继，杨晓君，韩联宪等. 1995. 绿孔雀在中国的分布现状调查. 生物多样性，30：46～51

Hunter M L Jr, Yonzon P. 1993. Altitudinal Distributions of birds, mammals, people, forests, and parks in Nepal. Conservation Biology, 7: 420～423

Rothschild L. 1926. On the avifauna of Yunnan, with critical notes. Nov Zool, 33: 189～343

Distribution and Conservation of Bird Diversity in Gaoligong Mt. of Yunnan Province

HAN Lian-xian　LAN Dao-ying　MA Shi-lai

(Kunming Institute of Zoology, China Academy of Sciences　650223)

Abstract　There are 485 species of birds of.250 genus, 60 families, 18 orders found in Gaoligong Mt. of Yunnan Province. This paper presents the results of the distribution patterns of the bird diversity in Gaoligong Mt. and several suggestions of conservating the avifauna are discussed.

Key words　Gaoligong Mt, Bird Diversity, Conservation

中国鸟类一新记录——楔嘴鹩鹛*

韩 联 宪

（中国科学院昆明动物研究所 650107）

1990 年夏、秋季在云南西北部贡山县独龙江地区考察时，于 11 月 12 日在高黎贡山北段西坡（东经 98°23′、北纬 27°44′）海拔 2010m 的常绿阔叶次生原始林的林下沟谷中网获一鸟，经鉴定，确认为楔嘴鹩鹛［*Spheaocichla humei*（Mandelli)］（表 1）。据文献记载，楔嘴鹩鹛分布局限于印度锡金邦、阿萨姆和缅甸东北部。此次所获标本，系第一次发现其在中国分布，为国内鸟类种的新记录。

表 1 标本量衡度

性别	体重/g	全长/mm	嘴峰/mm	翅长/mm	尾长/mm	跗蹠/mm
1♂	35	179	27.5	71	65	28.3

此鸟体型与灰岩鹪鹛［*Napothera crispifrons*（Blyth)］相似。但后者头顶、背部具白色羽干纹，尾无横斑，喉、胸部有暗褐纵纹，下胸至腹部为灰色带赭色；而前者头顶、背部具黑色羽干纹，尾具黑色细斑，下体密布黑白相杂的鳞斑。后者嘴形正常，而前者嘴直尖粗壮呈圆锥形，形如楔子。此特征易与其他鹛类相区别。

该标本上体暗金褐色具黑色羽缘，翼、尾与背同色具黑色横斑，眼后上方有白色眉纹延至颈侧；头侧白色具黑色羽缘；喉、胸部白色具黑色羽干纹和黑缘，形成鳞斑，由胸向后羽干纹渐变为暗金褐色。虹膜棕红，上嘴黑褐，下嘴基部黑褐，端部角灰，跗蹠黑褐色。

据阿里和里普利（1987）所著《印度巴基斯坦鸟类手册》记载印度亚种，该种有 2 亚种。指名亚种分布于印度锡金邦、阿萨姆北部；roberti 亚种分布于阿萨姆南部及缅甸北部。两者区别在于前者喉、胸黑色具白色羽干纹；后者喉、胸烟灰褐，各羽具黑缘及白色次缘。所获标本形态与上述 2 亚种略有差异，因仅 1 号标本，故暂未定亚种。

A New Record of Bird from China: Wedge-Billed Wren Babbler *Sphencichla humei*

HAN Lian-xian

(Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica 650107)

* 本文1993年发表于《动物分类学报》，18(1)：128。

中国鸟类种的新记录——长嘴鹪鹛
(*Rimator malacoptilus*)*

韩 联 宪

(西南林学院资源学院野生动物教研室，昆明 650224)

关键词 长嘴鹪鹛，鸟类新记录，云南贡山

1990 年 10 月 24 日，笔者在云南西北部贡山独龙族怒族自治县高黎贡山西坡从事鸟类调查时，在独龙江乡木里哇海拔 2020m 的山坡悬钩子灌丛中张网捕获 2 只画眉亚科鸟类标本，经鉴定确认为长嘴鹪鹛（*Rimator malacoptilus*），系中国鸟类种的新记录。标本保存于中国科学院昆明动物研究所鸟类标本室。

现将所采获的长嘴鹪鹛标本形态描述如下（表 1）：上体暗棕褐色，各羽具显著的亮皮黄色羽干纹；腰至尾上覆羽赭茶黄色；飞羽黑褐色，外侧羽片棕褐；尾羽暗棕褐色。颊、喉浅棕白色；胸和肋棕褐，具棕黄色纵纹；腹部中央皮黄色；肛周和尾下覆羽棕黄色。嘴形侧扁而弯曲，呈黑褐色。虹膜暗褐，跗蹠暗黑褐色。

表 1 标本量衡度

性别	体重/g	全长/mm	嘴峰/mm	翼长/mm	尾长/mm	跗蹠/mm
2♀♀	20	128	21.0	53	28	24.9
	20	128	20.3	53	28	24.2

依 Richard Howard 和 Alick Moore 所著 *A complete checklist of the birds of the world* 记载，长嘴鹪鹛共有 3 个亚种，指名亚种 *R. m. malacoptilus* 分布于喜马拉雅山脉东部、印度阿萨姆和缅甸东北部；越南亚种 *R. m. pasqnieri* 则见于越南北部。印尼亚种 *R. m. albostriatus* 栖息于印度尼西亚的苏门答腊西部。采自贡山县独龙江乡木里哇的长嘴鹪鹛标本，形态与指名亚种相符，标本产地毗邻缅甸东北部，故我们发现的长嘴鹪鹛应为指名亚种。

A New Record of Bird from China: Long-Billed Wrenbabbler *Rimator malacoptilus*

HAN Lian-xian

(Wildlife Division of Resource College, Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

Key words *Rimator malacoptilus*, Bird new record, Gongshan Yunnan

* 本文2000年发表于《动物学研究》,21(2):11～14。

云南白尾梢虹雉的分布与保护*

韩联宪　黄石林　罗　旭　杨红军

（西南林学院保护生物学学院，昆明 650224）

摘　要　1999～2003 年在云南对白尾梢虹雉的分布及栖息生境进行了调查，确证 11 个分布点，另有 3 个点可能有分布。白尾梢虹雉在云南的栖息生境主要有高山草甸、高山亚高山箭竹林及亚高山针叶林 3 种类型。栖息生境承载量小、种群增长慢、人类活动干扰以及宣传不力是白尾梢虹雉濒危的主要因素，据此提出开展驯养繁殖、加强法制宣传控制偷猎，以及要加强基础研究的保护建议。

关键词　白尾梢虹雉，分布，保护，云南

白尾梢虹雉（*Lophophorus sclateri*）隶属鸡形目雉科虹雉属，在我国主要分布于西藏和云南。在西藏见于东南部米林县西南的 Lo La（约 28°50′N、94°00′E）、易贡藏布下游地区、丹巴曲上游山脉和伯舒拉岭等地。在云南沿怒江两岸怒山山脉（原碧罗雪山）和高黎贡山脉分布。中国境外分布局限于缅甸东北山地和印度东北部（何芬奇 1991）。

该种因数量稀少，分布范围狭窄，被列入国际濒危物种贸易公约附录 I（Appendix I of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora），IUCN 濒危物种红皮书（1994、2000）将其列入易危种（Fuller et al. 2000）。中国野生动物保护法将其列为国家 I 级重点保护种类。何芬奇（1991）、施晓春（1999）在云南西部做过白尾梢虹雉的生态学研究。笔者于 1999 年 10 月～2003 年 8 月在滇西对白尾梢虹雉的分布、栖息地类型和保护现状进行了调查，现将结果报道如下。

1　调查时间、地点和方法

野外调查工作分别在 1999 年 10 月 16 日～29 日，2000 年 8 月 5 日～8 月 20 日，2001 年 3 月 12 日～4 月 15 日，2001 年 4 月 19 日～5 月 5 日，2002 年 3 月 25 日～4 月 9 日，2003 年 5 月 3 日～12 日，2003 年 8 月 17 日～25 日进行。调查区域包括贡山、福贡、泸水、兰坪、云龙、腾冲、保山、德钦、维西 9 县。

调查采用先访问当地保护区工作人员以及过去有狩猎经历的群众，出示雉类彩图让他们辨认，了解当地雉类的种类与分布，若受访者反映本地有白尾梢虹雉，则进行实地观察，最后以实际观察结果作为该地有白尾梢虹雉分布的依据，进而观察收集栖息地生境资料。

---

* 本文2004年发表于《生物多样性》，12(5)：523～527。

2 调查结果

2.1 分布

唐蟾珠（1996）、杨晓君（1995）记载以下白尾梢虹雉采集点：腾冲大塘、贡山东哨房、贡山巴塘三队、贡山西哨房及碧江碧罗雪山。本次调查再至这些采集点证实仍存虹雉种群。因贡山东哨房和西哨房位于高黎贡山山脊两侧，两点之间以及与附近较低海拔的巴塘三队均相距不远，故文中将此 3 个采集点合为 1 个分布点"贡山县 12 号桥"。本次调查记录到 8 个白尾梢虹雉新的分布点，另有 3 个点通过访问获悉可能有白尾梢虹雉分布，但未实地考察，需进一步调查证实。白尾梢虹雉在云南的分布点资料详见表 1 和图 1。

表 1　云南白尾梢虹雉分布情况调查表

分布点	地理位置	证据	海拔/m	生境	备注
贡山县丙中洛乡四季桶村	28°05′N 98°33′E	野外观察	3100～3500	箭竹、草甸、针叶林	■
贡山县 12 号桥**	27°45′N 98°25′E	标本 野外观察	3100～3400	箭竹、草甸、针叶林	●■
德钦县巴东	27°58.5′N 98°50′E	粪便 访问	3500～4600	箭竹、草甸、针叶林	■
原碧江县城东大岩房**	26°32.5′N 99°02′E	标本 野外观察	3100～3500	箭竹、针叶林	●■
福贡县匹河来同西侧高山*	26°32.01′N 98°47′E	野外观察	3400～3600	箭竹、针叶林	■
福贡县瓦咀西侧沙匹山口	26°59′N 98°46′E	市场出售死鸟，询问获得信息	3500～3700	箭竹、草甸、针叶林	■
泸水县片马听命湖	26°04′N 98°43′E	野外观察	3100～3400	箭竹、针叶林	■
保山腾冲交界地南斋公房	25°17′N 98°45′E	野外观察	2900～3100	箭竹、灌丛、陡峭裸岩	■
腾冲县大脑子	25°39′N 98°42′E	标本 野外观察	2750～3600	箭竹、草甸、针叶林	●■
腾冲县胆扎	25°30′N 98°08′E	野外观察	3200～3400	箭竹、针叶林	■
腾冲县狼牙山	25°32.5′N 98°17.5′E	野外观察	3000～3300	箭竹、针叶林	■
保山腾冲交界地北斋公房	25°30′N 98°47′E	未证实	3000～3300	箭竹、草甸	▲
腾冲县平田高黎	25°08′N 98°44′E	未证实	3000～3300	箭竹、针叶林	▲
腾冲县自治垭口	25°50′N 98°33′E	未证实	3000～3500	箭竹、草甸、针叶林	▲

注：●以往采获标本的地点；■本文确证的地点；▲尚需进一步证实的地点。

*何芬奇提供资料；**杨晓君提供资料。

本调查表明白尾梢虹雉在云南的地理分布为 25°17′～28°05′N，98°08′～99°02′E，沿山脉呈狭长分布。在碧罗雪山的分布调查结果与何芬奇（1991）"碧罗雪山为白尾梢

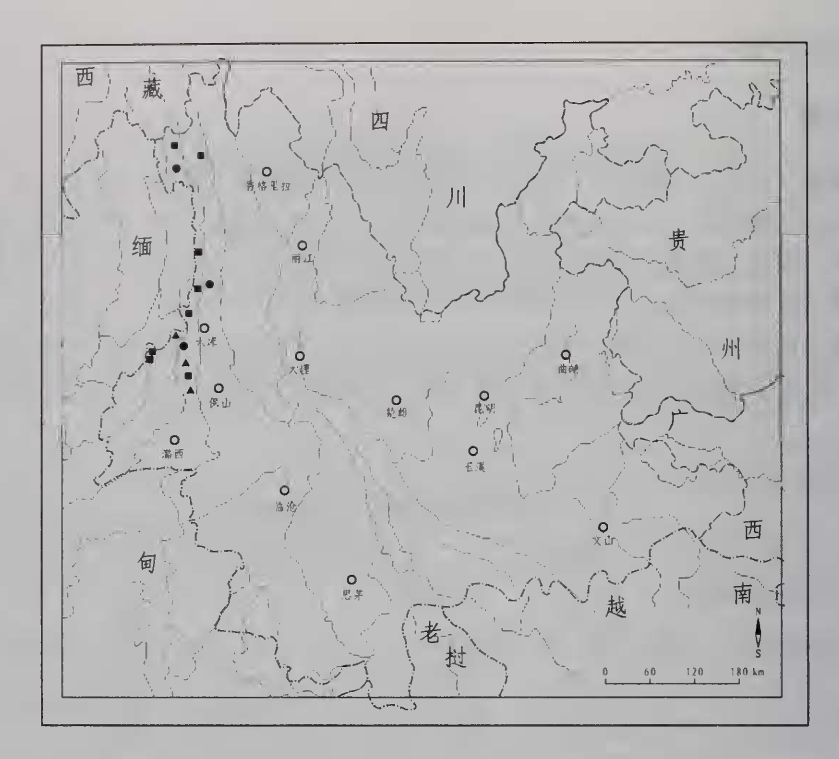


图 1 云南白尾梢虹雉分布图

虹雉在横断山脉中段分布的东界，在碧罗雪山的分布最南端止于碧江，约 26°30′N、99°00′E”一致。在高黎贡山的调查结果表明白尾梢虹雉向南延伸已超过原有记录“腾冲大塘和西北部的尖高山”（郑作新 1978，中国科学院昆明动物研究所鸟类组 1980），直至腾冲与保山交界处的南斋公房（25°17′N）。根据高黎贡山主山脊生境和地形的相似性和访问了解，以及笔者在腾冲大塘对白尾梢虹雉春冬季垂直迁移的研究，推测白尾梢虹雉在高黎贡山的分布最南端可能到达腾冲上云乡平田高黎一带（25°08′N、98°44′E）。

2.2 栖息生境

依据目前收集到的资料，白尾梢虹雉在云南的栖息生境主要有以下 3 种类型。

2.2.1 高山草甸（AM）

高山草甸大多位于山脊附近，随纬度变化而出现于不同海拔带，在南斋公房可低至海拔 3000m，而在德钦巴东则分布在 4000m 以上，常与箭竹林或灌丛相间分布或呈大面积开阔型草地。草本种类繁多，为虹雉提供多种食物，在腾冲大脑子多次见到白尾梢虹雉在该类型生境中觅食。优势种类如嵩草（*Kobresia* sp.）、多星韭（*Allium wallichii*）、匍匐藁本（*Ligusticum reptans*）、香白芷（*Heracleum barmanicum*）、展苞灯心草（*Juncus thomsonii*）、尼泊尔绿绒蒿（*Meconopsis napalensis*）、粗茎贝母（*Fritillaria crassicaulis*）、大萼党参（*Codonopsis macrocalyx*）等。

2.2.2 高山亚高山箭竹林（ASB）

高山亚高山箭竹林多呈大面积的单优群落出现或作为针叶林下较为密集的下层植被。白尾梢虹雉栖息生境中主要是矩鞘箭竹（*Fargesia orbiculata*）林和云龙箭竹（*F. papyrifera*）林2种。在四季桶村、片马、南斋公房、大脑子等地点均见白尾梢虹雉于该种生境中活动，是白尾梢虹雉最主要的栖息场所。

矩鞘箭竹是滇西北地区海拔分布最高的竹种，多分布于3100～3700m树线或树线以上，常在山脊或近山脊地带呈十分密集的大面积单优群落。间有分布稀疏的苍山冷杉（*Abies delavayi*）。竹林中混生少量茶藨子（*Ribes* spp.）、山石榴（*Rosa omeiensis*）、凸尖杜鹃（*Rhododendron sinogrande*）等灌木。草本种类相对较多，主要种类有美丽龙胆（*Gentiana formosa*）、三叶悬钩子（*Rubus delavayi*）、鞭打绣球（*Hemiphragma heterophyllum*）、鹿蹄草（*Pyrola decorata*）、头花蓼（*Polygonum capitatum*）及乌头（*Aconitum* spp.）、报春（*Primula* spp.）等。

云龙箭竹集中分布于山体上部2800～3600m，仅低于矩鞘箭竹。林下混生少量高山蔷薇（*Rosa transmorrisonensis*）、西南绣球（*Hydrangea davidii*）、长苞十大功劳（*Mahonia longibracteata*）、黄泡（*Rubus obcordatus*）及木姜子（*Litsea pungens*）等灌木。草本植物有委陵菜（*Potentilla* sp.）、毛蕨（*Pteridum aquiilinum*）、大籽獐牙菜（*Swertia macrosperm*）、四回毛枝蕨（*Leptorumohra quadipinnata*）、金茅（*Eulalia speciosa*）及芒萁（*Dicranopteris dichotoma*）等。

2.2.3 亚高山针叶林（SCF）

优势种主要为云南铁杉（*Tsuga dumosa*）和垂枝香柏（*Sabina pingii*），多呈小块状分布，常混生苍山冷杉、槭树（*Acer* sp.）、红桦（*Betula albo-sinensis*）、花楸（*Sorbus* sp.）等。森林郁闭度大，林内阴暗，灌丛和草本少，如刺通草（*Trevesia palmata*）、五叶悬钩子（*Rubus quinquefoliolatus*）、锦鸡儿（*Galagana* sp.）、鳞毛蕨（*Dryopteris* sp.）、五叶草（*Geranium nepalense*）等。冬季在大脑子、8月份在南斋公房均见白尾梢虹雉于该生境中活动。

3 讨论

3.1 濒危原因分析

目前有关白尾梢虹雉的国际贸易极少，仅印度部分地区用其羽毛制作装饰品而导致种群数量下降（Fuller et al.　2000），而在中国未见白尾梢虹雉贸易，商业用途不是白尾梢虹雉的致危因素。云南建立高黎贡山自然保护区对保护白尾梢虹雉及其栖息地起到了积极作用，但因高黎贡山和怒山山脉地形陡峭，高山与村镇相距遥远，控制偷猎难度大，所以即使在保护区内，白尾梢虹雉的生存状况也不容乐观。归纳该物种的濒危原因有以下几点。

3.1.1 栖息生境承载量小

白尾梢虹雉在长期的进化过程中，已经适应了温度低、湿度大、云雾多的高山环

境，仅分布在高海拔的箭竹林、针叶林和草甸等生境中，而这几种生境类型局限于高山，面积相对狭小，生产力水平低，动物承载量小，这是决定白尾梢虹雉分布局限和数量稀少的最主要因素。

3.1.2 种群增长慢

笔者于2002～2003年的春季在高黎贡山大塘做白尾梢虹雉生态观察时，观察对象1雄2雌的家族仅有1只雌鸟繁殖，窝卵数2～3枚，孵化期长达28天。窝卵数少、孵化期长、繁殖雌体比例小限制其种群增长，与何芬奇（1991）观察结果类似。

3.1.3 人类活动干扰

上山挖野菜、找兰花是当地群众的习惯，这种行为严重破坏了地表植被，对白尾梢虹雉的栖息生境和食物都有一定影响。2002年6月5日～6月21日，我们在大脑子附近做研究，短短17天内有当地群众共77人次上至主山脊挖野菜，声音嘈杂，多次将白尾梢虹雉惊飞。另外，翻越高黎贡山的古道较多，如南斋公房、北斋公房、片马垭口等，当地群众过往频繁。例如，2000年8月以及2001年3～4月，笔者在高黎贡山南斋公房附近做研究，统计平均每天从古道上过路的群众达3～4人/天。虽然没有直接对动物造成伤害，但有可能影响动物种群的扩散，并诱发偷猎，是该物种的潜在致危因素。

3.1.4 宣传不力

宣传不力是白尾梢虹雉等众多濒危物种得不到有效保护的原因。笔者调查期间曾对200多位村民作过访问，90%以上的回答不知道白尾梢虹雉是国家Ⅰ级保护动物，特别是当访问对象为妇女、15岁以下的少年儿童和50岁以上的老人时，很少有人知道鸟类中还有保护种类，受法律保护不准猎捕。

3.2 保护对策

如何保护白尾梢虹雉，使其在自然界的种群数量不再下降，以及如何恢复种群是当前亟待解决的问题。建议采取以下措施。

3.2.1 开展驯养繁殖

目前尚未建立白尾梢虹雉人工饲养种群，1998年云南省野生动物收容救护中心从野外引种1对，1997年北京大兴濒危动物驯养繁殖中心从云南滇西北野外引入4对亚成鸟，进行驯养繁殖。云南的1对鸟未繁殖，北京大兴的鸟于1999年开始产卵繁殖，但目前仅存4只雌鸟，其中2只为人工饲养繁殖的子代鸟。这些工作表明白尾梢虹雉在人工饲养条件下能存活并繁殖，但成效不理想。除与养殖单位的人力财力投入和技术力量相关，也与人们对该种生态习性了解太少有关。鉴于人工繁育是迁地保护的重要措施，白尾梢虹雉又具有很高的观赏价值，人工饲养繁殖还应继续探索，若取得成功，可为该种迁地保护打下基础。

3.2.2 加强法制宣传控制偷猎

白尾梢虹雉繁殖力低，种群数量增长缓慢，猎捕很容易造成其数量骤然下降。在其繁殖季节应限制人员出入有白尾梢虹雉分布的高山区域，减少人为干扰，避免偷猎。另外应加强宣传教育，使当地村民了解白尾梢虹雉法律保护地位，并引导他们加入到保护该鸟的行列中来。

3.2.3 加强基础研究

白尾梢虹雉分布局限于喜马拉雅山脉东部和横断山地区中部，栖息地均位于高山，给研究带来困难，人们对该物种的认识和了解十分有限，还需要加大基础研究。继续进行分布地点调查和详尽的生态生物学研究，特别需要关注该种的种群结构及波动、繁殖生物学和栖息地选择等问题。

致谢 承蒙中国科学院动物研究所何芬奇研究员、中国科学院昆明动物研究所杨晓君研究员提供标本采集地信息及观察资料，北京师范大学生命科学学院张正旺博士提供大兴濒危动物驯养繁殖中心的繁殖信息，西南林学院植物学教研室硕士研究生王玉兵和许先鹏帮助鉴定植物标本，中国科学院昆明动物研究所梁琳协助制作分布图，特此致谢！

主要参考文献

Fuller R A, Garson P J. 2000. Pheasants. Status Survey and Conservation Action Plan 2000～2004. Information Press, Oxford, UK. 28～29

He F Q. 1991. *Lophophorus sclateri*. In: Lu T C. Chinese Rare and Endangered Wild Pheasants. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press, 211～214

中国科学院昆明动物所鸟类组. 1980. 高黎贡山地区脊椎动物考察报告，第二册，鸟类. 北京：科学出版社. 30～31

Shi X C.（施晓春）. 1999. Preliminary observation on *Lophophorus sclateri* in Mountain Gaoligongshan. Zoological Research, 20(1): 50～54

唐蟾珠. 1996. 横断山区鸟类. 北京：科学出版社. 113～114

Yang X J. 1995. Lophophorus sclateri. In: Yang L. The Avifauna of Yunnan, China. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 278～280

郑作新. 1978. 中国动物志，鸟纲，第四卷，鸡形目. 北京：科学出版社. 124～126

The distribution and conservation of Sclater's Monal in Yunnan

HAN Lian-xian HUANG Shi-lin LUO Xu YANG Hong-jun

(Biology Conservation Faculty, Southwest Forestry College, Kunming 650224)

Abstract Sclater's Monal (*Lophophorus sclateri*) is an endangered species of Galliformes, distributed restrictedly in Tibet and Yunnan. In Yunnan, the bird has only been recorded at 3 sites formerly. A survey on the distribution and habitat of this spe-

cies had been undertaken during the period from October 1999 to August 2003, resulting 11 localities in 7 counties as the present occurrence of the bird in Yunnan, together with 3 localities to be further confirmed. In the fieldwork, Sclater's Monal were more frequently observed in the following three types of habitats, i. e. alpine meadow, alpine-subalpine bamboo, and subalpine coniferous forestry. Threats to the survival of this pheasant lie on the low carrying capacity of the habitat, low growth rate of the population, human disturbance, and poor propaganda. Based on this study, we propose to pursue breeding attempt in captivity, regulate hunting, and encourage the basic biological research for effective protection.

Key words *Lophophorus sclateri*, Distribution, Conservation, Yunnan

云南黑颈长尾雉（*Syrmaticus humiae*）分布及栖息地类型调查*

韩 联 宪

（中国科学院昆明动物研究所保护生物学中心，昆明 650223）

摘　要　黑颈长尾雉是鸡形目鸟类中的濒危物种，分布局限于印度东北部、缅甸北部、泰国西北部和中国西南部。在中国，该雉仅栖息于广西西部和云南中部、西部及南部地区。1992～1995 年在云南对黑颈长尾雉的分布及栖息生境进行了专门的调查，共有 13 县 18 个地点记录到黑颈长尾雉分布。通过访问还获得一些可能有黑颈长尾雉分布但需进一步证实的地点。黑颈长尾雉在云南的栖息生境主要有热带季雨林、亚热带常绿阔叶林、暖温性针叶林、暖热性针叶林和落叶阔叶林等 5 种类型。栖息地丧失和高强度狩猎是导致黑颈长尾雉濒危的主要原因，如欲有效保护该物种，不仅要注意保护其栖息地，更要严格控制非法狩猎。

关键词　黑颈长尾雉，分布，栖息生境，保护，云南

黑颈长尾雉（*Syrmaticus humiae*）是鸡形目鸟类中的濒危物种，其分布局限于印度东北部、缅甸北部、泰国西北部以及中国的广西西部和云南的中、西部地区。依据最近的资料，在印度和泰国仅各有两个地点有其记录，在缅甸的分布现状不详，在中国约有 10 余处地点有黑颈长尾雉分布的记载。由于黑颈长尾雉数量稀少，分布范围狭窄，被列入国际濒危物种贸易公约附录 I，IUCN 1994 年出版的红皮书将其列入稀有种，中国也将黑颈长尾雉定为国家一级重点保护动物，严禁猎捕。黑颈长尾雉的生态研究，曾有刘小华等几位动物学者在广西西部做过一些研究，但该种在云南的分布及栖息地类型却未做过专门的调查。笔者于 1992 年 6 月～1995 年 5 月在滇西和滇中地区对云南黑颈长尾雉的分布和栖息地类型进行了调查，现将结果报道如下。

1　调查时间、地点和方法

野外调查工作分别在 1992 年 7 月 20 日～8 月 15 日，1993 年 5 月 3 日～6 月 10 日，1993 年 7 月 20 日～8 月 10 日，1994 年 12 月～1995 年 1 月 10 日，1995 年 4 月 17 日～5 月 6 日进行。调查的地点有云南西南部的瑞丽、陇川、盈江、腾冲等县，云南西北部的兰坪、维西等县，云南中部的巍山、楚雄、双柏，中南部的普洱、景谷县，南部的景洪、勐腊等县。调查的方法是先访问当地有狩猎经验的乡村干部、群众，出示雉类的彩图给他们看，了解当地有哪些雉类。如果干部、群众反映当地有黑颈长尾雉，则请他们带领去黑颈长尾雉栖息地区进行观察，同时从村民家中搜集平时狩猎留下的雉类羽毛进

* 本文1997年发表于《生物多样性》，5(3)：185～189。

行鉴定。最后以实际观察结果和收集的羽毛证据作为该地有黑颈长尾雉分布的依据，进而观察收集栖息生境的资料。

为扩大调查范围，笔者还专门撰写了介绍黑颈长尾雉形态特征及生活习性的科普文章，附有笔者的通讯地址，刊载于《云南林业》杂志，希望有了解黑颈长尾雉在云南其他地区分布的读者能提供调查线索，但未收到读者来函提供相关的线索。

2 结果

2.1 分布地点

从 1992 年 7 月开始野外调查，截至目前，作者共在 11 个过去未记载黑颈长尾雉分布的地点证实有黑颈长尾雉栖息，加上过去昆明动物研究所在云南采集标本的记录，目前已知黑颈长尾雉在云南分布的地点计有 13 个县 18 个地点。有关黑颈长尾雉在云南的分布见表 1 和图 1。野外调查工作中还获得一些可能有黑颈长尾雉分布地点的信息，留待今后的调查工作证实。

表 1 云南黑颈长尾雉分布情况调查

地点	时间	证据	海拔/m	生境
景谷县永平	1960.5.11	标本	1200	不详
景东县	1964.11	标本	800～1200	不详
潞西县三台山	1962.4.19	标本	1250	热带季雨林
腾冲县大塘	1960.5.21	标本	2200	亚热带常绿阔叶林
维西县犁地坪	1981.11.1	标本	2800	落叶阔叶林
瑞丽县南京里	1992.7	羽毛	1000	热带季雨林
瑞丽县南宛河	1992.12	野外观察	800～1000	热带季雨林
腾冲县云华	1992.11	访问证实	1800	亚热带常绿阔叶林
兰坪县富和山	1993.5	羽毛	2500	亚热带常绿阔叶林
维西攀天阁	1993.6	被猎杀个体	2500	落叶阔叶林
锐山县天堂哨	1993.5	皮张和羽毛	2000	暖温性针叶林
楚雄市紫溪山	1993.7	访问证实	2000～2500	暖温性针叶林
双柏县下把租	1993 .7	野外观察	1900～2500	暖温性针叶林
景谷县凤山	1993.8	羽毛	1500～2300	暖热性针叶林
景洪县大平掌	1995.5.2	羽毛	1600	暖热性针叶林
景洪县整糯	1994.4	野外观察	1500	暖热性针叶林
	1994.11	野外观察	1500	暖热性针叶林
勐腊县象明	1991.11	尾羽	1000	热带季雨林
思茅市震东	1996.3	野外观察	800～1200	暖热性针叶林

2.2 栖息生境

依据目前观察搜集到的资料，黑颈长尾雉在云南的栖息生境，有以下 5 种类型。

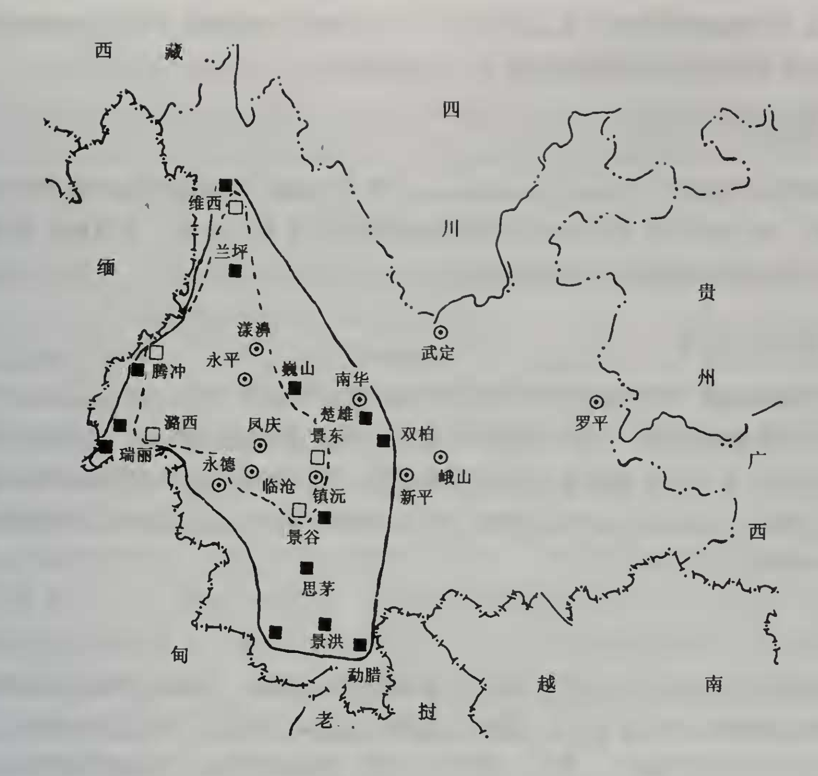


图 1　黑颈长尾雉在云南的分布图

■ 本文确证的分布地点；□ 以往采获标本的地点；⊙ 需要调查证实的地点

2.2.1　热带季雨林

乔木上层主要由高山榕（*Ficus altissima*）、毛麻楝（*Chukrasia tahularis* var. *velutina*）、红木荷（*Schima wallichii*）、滇龙眼（*Dimorphocalyx* sp.）等种类构成，乔木亚层常见树种为云南银柴（*Aporasa yunnanensis*）、糙叶水锦树、羊蹄甲。灌木数量稀少，草木层高大密集，通常合称为灌草丛。常见的草本植物有密序野古草、芦类、四脉金茅、营草、灌木种类有钝叶桂、金珠柳、木姜子，此外还有小花酸藤子、光钩藤、蛇藤等藤本植物。在瑞丽南京里、南宛河发现的黑颈长尾雉多栖息于此种森林。

2.2.2　亚热带常绿阔叶林

以壳斗科的栲属（*Castanopsis*）、石栎属（*Lithocarpus*）、樟科的琼楠属（*Beilschmiedia*）、润楠属（*Machilus*）、山茶科的木荷属（*Schima*）的树木为主，灌木层以多种杜鹃花科植物，珍珠花、九节木构成，草本植物以芸香科、鸭跖草科的种类和蕨类植物最常见。腾冲大塘、云华和兰坪富和山的黑颈长尾雉多栖息于此种生境。

2.2.3　暖热性针叶林

以思茅松（*Pinus khasya*）为建群树种，林相可明显地分为乔木、灌木和草本 3 层。伴生树种主要为壳斗科、大戟科、桦木科的阔叶树、灌木层以杜鹃花科、蔷薇科植

物为主，林下草本层以菊科、禾本科、豆科、百合科、茜草科、姜科的植物最为常见。景谷县凤山等地的黑颈长尾雉即栖息于上述森林中。

2.2.4 暖温性针叶林

此种林型以云南松（*Pinus yunnanensis*）最为优势。伴生的常绿乔木种类以壳斗科的黄毛青冈、高山栲、滇青冈为常见，落叶树种以旱冬瓜为代表。在双柏、楚雄、巍山所观察的黑颈长尾雉均生活于此种森林中。

2.2.5 落叶阔叶林

栖息于落叶阔叶林的黑颈长尾雉主要活动于由旱冬瓜（*Alnus nepalensis*）组成的树林。旱冬瓜为建群树种，混生少量的云南松，林下灌丛极为稀疏，有大白花杜鹃、珍珠花零星分布，林下草本层由蕨草构成显著优势，混生的其他草本植物有白果草莓、草玉莓、竹叶菜、兰花参等。昆明动物研究所在维西犁地坪收集的黑颈长尾雉标本即是从这种生境中获得。

3 讨论

黑颈长尾雉在云南的分布，文献曾记载有维西、漾濞、永平、腾冲、潞西、凤庆、永德、临沧、楚雄、景东、镇沅、景谷、思茅、巍山、双柏、武定 16 个县，其中有确凿标本采集记录的仅有维西、景谷、景东、潞西、腾冲 5 个县，文献记载有该雉分布但又未有标本记录的县，并未说明信息来源，因此是否确有黑颈长尾雉分布尚需证实。若以标本采集地的县份面积作为该种的分布范围，过去黑颈长尾雉在云南的分布面积为 25 802km^2。笔者通过野外调查，发现了一些黑颈长尾雉的新分布点，同时对文献记载有黑颈长尾雉分布但未获得证据的部分县进行了实地调查，已确证云南目前有 13 个县共 18 个地点有黑颈长尾雉的分布，分布面积为 61 797km^2，较过去的分布面积扩大了许多。然而，这并不意味该种的种群稳定并有逐渐扩大分布的趋势，仅仅表明人们过去对黑颈长尾雉分布调查所做工作甚少。现在的分布图显示，在滇西和滇中黑颈长尾雉分布区中间的临沧、凤庆、永德等地、昆明以南以东地区至广西西部黑颈长尾雉分布区的中间地带存在该种分布区空白，而这两个分布区空白范围内并不存在明显的地理阻限或生境间断，因而极可能有黑颈长尾雉分布。此类地区及文献记载有该种分布但需进一步证实的县，其面积有 30 321km^2，有必要进一步加强该种的分布调查。

有标本采集记录的 5 个县，其中腾冲、景谷、景东、潞西的标本均采于 20 世纪 60 年代初期，30 多年后，笔者在景谷、腾冲境内仍记录到黑颈长尾雉栖息，而这两县在云南属于人口密度相对较高，经济开发比较活跃的地区，在这样的环境中黑颈长尾雉能继续存活，显示该种在自然界的繁衍生存没有特别的问题。然而，黑颈长尾雉在野外调查中极难发现。整个工作期间作者在野外仅观察到 3 次黑颈长尾雉，一次在瑞丽南宛河热带季雨林中见到 3 只成鸟，另外在双柏下把租森林中见到两次，分别为 1 只雌鸟带 5 只幼鸟和 1 只雌鸟带 3 只幼鸟，黑颈长尾雉在野外难见的原因可能有两个：① 调查集中于此地是否有黑颈长尾雉分布，并未刻意在野外用更多的时间寻找它们；② 可能是该种数量的确很少，不易被观察到。

造成黑颈长尾雉濒危的主要原因有两个，即栖息地的丧失和狩猎压力。由于人口不断增长，人类对森林的利用和干扰愈来愈大，许多森林被开垦成为耕地，未被开垦的森林也遭到放牧和伐木的影响。例如，昆明动物研究所 1981 年获得黑颈长尾雉标本的维西犁地坪因商业性伐木和放牧等原因，大部分地区已成为草地牧场。双柏县的下把租地区的针叶林是黑颈长尾雉的主要栖息生境，当地群众有在森林中放牧牛羊的习惯。每年 5 月下旬至 6 月上旬，常有人放火烧掉林中地表的落叶层，以利牧草生长。此时正值黑颈长尾雉繁殖季节，这种地表火对黑颈长尾雉的巢、卵构成致命的威胁。稍有不慎便酿成森林火灾，对黑颈长尾雉的栖息生境破坏就更大。

高强度的狩猎压力是导致黑颈长尾雉濒危的又一重要因素。黑颈长尾雉虽被定为国家一级重点保护动物，有关法律严禁猎捕，但在云南的许多地方，群众对黑颈长尾雉猎杀频繁。在腾冲、维西等县的乡村集镇上，还不时看到有人出售捕杀的黑颈长尾雉。在双柏、景谷等地，笔者曾对 27 位村民和林场工人进行过调查，所有的被访者都声称自己不知道黑颈长尾雉是国家一级保护动物，禁止猎捕。30%的人回答知道国家有野生动物保护法。询问其对禁止捕猎保护动物有什么看法，所有的人都回答我不打，别人也会打，所以看见了就打。因此不难看出，群众缺乏自然保护意识和法制观念，加之管理部门缺乏有效的管理和执法，整个社会环境缺少法律行为约束违反野生动物保护法的现象。如果想对黑颈长尾雉进行更为有效的保护，除了保护好栖息地，更应对偷猎行为进行惩处，同时加强宣传，使群众明白保护野生动物的重要意义，也使意欲偷猎的人感受到法律的威慑作用而停止捕猎行为。

主要参考文献

卢汰春等. 1991. 中国珍稀濒危野生鸟类. 福建科学技术出版社. 314～327
彭燕章，杨德华，匡邦郁. 1987. 云南鸟类名录. 云南科学技术出版社. 72
王紫江. 1991. 云南珍稀鸟类和常见鸟类的鉴别. 云南大学出版社. 103
McGowan P, Garson P. 1995. Status survey and conservation action plan 1995～1999. IUCN, Gland, 31～32
Groombridge B. 1993. IUCN red list of threatened animals. IUCN, Gland, 42

The Distribution and Habitat Selection of the Hume's Pheasant in Yunnan

HAN Lian-xian
(Conservation Biology Center, Kunming Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

Abstract The Hume's Pheasant (*Syrmaticus humiae*) is an endangered species of Galliformes, distributed restrictedly in northeastern India, northern Myarmar, northwestern Thailand and southwestern China. In China, the bird has only been recorded

from western Guangxi and west, south and central Yunnan. A survey on the distribution and habitat selection of the bird had been undertaken during the period from June 1992 to May 1995, resulting 18 localities in 13 counties as the present occurrence of that bird in Yunnan together with a few more localities to be further confirmed. In the field work, the Hume's Pheasants were more frequently observed in the following five types of habitats, i. e. ① the tropic season rain forest; ② the subtropic evergreen broad-leaf forest; ③ the Simao pine-tree forest; ④ the Yunnan pine-tree forest; ⑤ the deciduous broad-leaf forest. And, the field work also reveals that the pressure of both the habitat losing and overhunting as the two main reasons seriously causing the Hume's Pheasant being endangered in the wild.

Key words Hume's Pheasant, Distribution, Habitats, Conservation, Yunnan

Distribution and Conservation Status of Galliforms in the Gaoligong Mountains Region *

HAN Lian-xian

(Conservation Biology Centre, Kunming Institute of Zoology, Chinese Academy of Science. Kunming, Yunnan 650223, China)

Twenty species of galliforms occur in the Gaoligong Mountains region in west Yunnan. This report describes distribution data from surveys in the last five years and from recent literature.

The region of Yunnan province commonly referred to as Gaoligong Mountains includes lands east of Gangfang in Lushui county, northward to the eastern slope of Tongtaomaku mountain, west to the Dulongjiang in Gong Mountains county, and southward to the main crest near Dahaoping in Tengchong county, as well as associated lands stretching to the south from there (Ruili county). The entire region is situated at the southern edge of the eastern Himalayas in the furthest west region of Yunnan, and in the western part of the famous Haengduan (trans-Himalayan) mountain area in which three major rivers separate three parallel mountain ranges (Gaoligong Mountains, Biluoxueshan and Yunlingshan). The area includes the two major rivers of the area, the Irrawaddy and Salween (Nu, in Chinese) rivers. The eastern boundary is formed by the Salween, the western and southern boundaries by the border with Myanmar, and the northern boundary by Boshulaling mountain in southern Tibet (ie the southern boundary of the Tibetan plateau). The geographic co-ordinates for this region are approximately 23°50′～28°30′ north latitude and 97°31′～99°05′ east longitude (Fig. 1).

The mountains of the Gaoligong Mountains region are oriented north/south, with both northern and southern areas broad and the middle section narrow. The region encompasses 4. 5° of latitude, but only 1. 5° of longitude. At its narrowest, the region extends less than 20km from east to west. The northern and central regions include the major mountain spines which are generally long and narrow. In general, northern areas are at higher elevations than southern areas; the latter also include proportionally more gentle relief and low-lying areas. Outside the main north-south mountain spine, the region also encompasses many low hills and low elevations, including plains and cultivated areas.

The highest peak in the entire region at 5128m is Ga'agapu mountain in the north-

* 本文 1995 年发表于《世界鸟类协会 1994/1995 年鉴》：23～34。

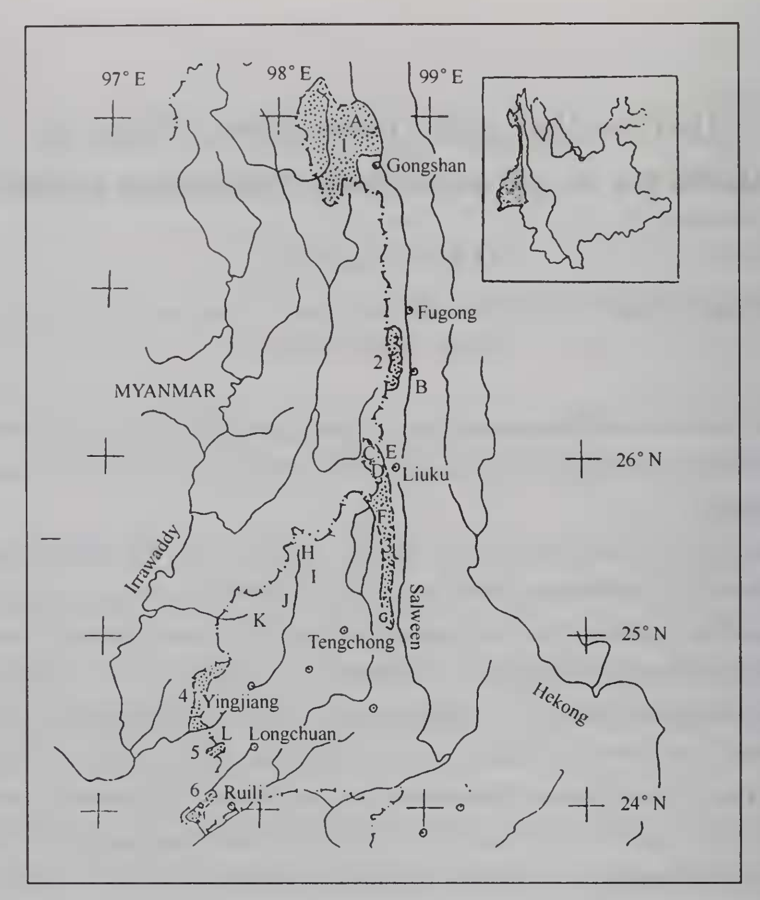


Fig. 1 The Gaoligong Mountains region of western Yunnan, China. Shown are survey sites (sub-regions) discussed in the text. A: Bingzhongluo; B: Bijiang; C: Pianma; D: Yaojiaping; E: Lushui; F: Datang; G: Dahaoping; H: Heinitang; I: Guyong; J: Zhina; K: Sudian; L: Husa; M: Dengga. Shaded, numbered regions are nature reserves: 1: Nujiang (Gongshan section); 2: Nujiang (Fugong section); 3: Gaoligong Mountains; 4: Tongbiguan (Yingjiang section); 5: Tongbiguan (Longchuan section); 6: Tongbiguan (Ruili section). Inset shows location of Gaoligong Mountains region within Yunnan

ern section of Gong Mountains county. The lowest elevation in the region at 210m is found at Nabang on the border with Myanmar in south-western Yingjiang county. Thus there is a c. 4910m differential between the two extremes. In general, elevational gradients along most slopes vary from about 2500～3000m.

The overall climate of the Gaoligong Mountains region corresponds to that of the north-western seasonal monsoon realm. However, the change in climatic patterns (and corresponding biota) from southern through central to northern sections is dramatic. The large expanses in the south below 1000m have a largely tropical and subtropical seasonal climate. Here, yearly mean temperature is 22.6℃, with yearly low and high temperature extremes of 2.0℃ and 38.5℃, and yearly mean precipitation of 2829mm.

The central sections, with elevations generally in the 1800～3000m range, belong

to the sub-tropical seasonal climatic realm. Here, the prevailing westerly winds bring drier air from the Indian sub-continent. Solar radiation tends to be intense, and frost is rare. Yearly mean temperature here is 15℃, with yearly low and high temperature extremes of 0℃ and 31℃, and mean yearly precipitation 1260mm, fairly typical for the sub-tropical climate type.

In the northern section, elevations are generally 2000～4000m, and the general climate belongs to the northern sub-tropical realm. Mid slope and alpine areas receive much of the moisture. Temperatures here are lower than in the other areas (yearly mean accumulated temperatures in the 900～1500℃ range), and yearly mean precipitation is 1638mm. Precipitation here is greater than in the central section, although lower than in the southern section. However, in the Dulong river valley, yearly mean precipitation reaches 3000mm, and yearly accumulations as great as 4796mm have been reported. In general, the northern section is typified by many days of clouds or fog, and relatively weak solar radiation.

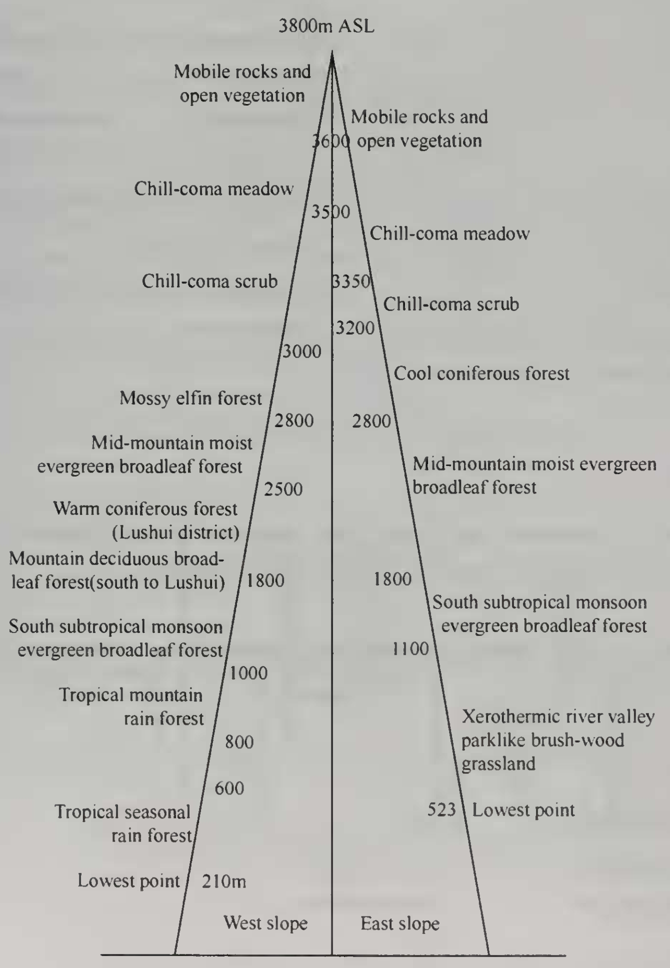


Fig. 2 Schematic representation of forest types occurring on the western and eastern slopes of mountains in the central and southern portions of the Gaoligong Mountains region

The vegetation gradient from south to north or from low to high elevation can be summarised as follows: ① tropical rain forest, ② seasonal rain forest, ③ subtropical seasonal evergreen broadleaf forest, ④ semiwet temperate evergreen broadleaf forest mixed with patches of hemlock (*Tsuga* spp.), fir (*Abies* spp.), *Taiwainia* spp., and pines (*Pinus yunnanensis* and *P. griffithii*), and ⑤ cold, coniferous forest (Fig. 2; Wu et al. 1979, Jiang 1980, Liu et al. 1989).

1 Methods

The survey was based on direct observations made on walks usually in early morning or late afternoon in the periods given in Table 1. Sometimes skins or feathers were collected from local people and the literature was consulted.

Table 1 Dates of surveys for galliforms in Gaoligong Mountains region

15 Aug～14 Nov 90	Dulongjiang (Nujiang N. R. *)
9 Mar～1 Apr 91	Ruily, Longchuan and Yingjiang counties
9 Mar～1 Apr 91	Nanwanhe (Tongbiguan N. R., Ruili section), Husha (Tongbiguan N. R., Longchuan section) and Sudian (Yingjiang County)
16 July～4 Sept 92	Binzhongluo, Datang and Nanwanhe
27 Mar～4 May 93	Yaojiaping and Pianma
19 Oct～25 Dec 93	Dahaoping, Heinitang Guyong, Sudian, Zhina and Tongbiguan N. R.

* N. R.-nature reserve.

2 Results

Altogether, 20 species of galliforms were recorded from this region (Table 2). Fig. 3 and Fig. 4 show their altitudinal and latitudinal distribution.

Table 2 Galliform species, habitat, abundance and protected status in Gaoligong Mountains region

	Species	Habitat	Abundance rating	Protected status
1	*Tetraogallus obscurus*	CCF, CCS	+	I
2	*Francolinus pintadeanus*	XRVPBG	+++	np
3	*Arborophila torquela*	MDBF, MMEBF	+++	np
4	*Arborophila rufogularis*	TMRF, SSMEBF, MDBF	++	np
5	*Arborophila atrogularis*	TSRF, TMRF	+	np

续表

	Species	Habitat	Abundance rating	Protected status
6	*Bambusicola fytchii*	TMRF, SSMEBF, MMEBF	+++	np
7	*Ithaginis cruentus*	MEF, CCF, CCS, CEM	++	II
8	*Tragopan satyra*	MMEBF, MEF	+	I
9	*Tragopan blythii*	MMEBF	?	I
10	*Tragopan temminckii*	MMEBF, MEF, CCF	+++	II
11	*Lophophorus sclateri*	MMEBF, MEF, CCF, CCS, CEM	+	I
12	*Lophura leucomelana*	TMRF, TSRF, SSMEBF, MMEBF	?	II
13	*Lophura nycthemera*	SSMEBF, MMEBF, MDBF	++	II
14	*Gallus gallus*	TMRF, SSMEBF	++	II
15	*Pucrasia macrolopha*	TMRF, SSMEBF	?	II
16	*Phasianus colchicus*	TMRF, SSMEBF, MDBF	+++	np
17	*Syrmaticus humiae*	TMRF, SSMEBF, MDBF	+	I
18	*Chrysolophus amherstiae*	WCF, SSMEBF, MMEBF	+++	II
19	*Polyplectron bicalcaratum*	TSRF, TMRF	+	I
20	*Pavo muticus*	TSRF, TMRF, SSMEBF	+	I

Habitat: CCF = cool coniferous forest; CCS = chill-coma scrub; XRVPBG = xerothermic river valley parklike brush-wood grassland; MDBF = mountain deciduous broadleaf forest, MMEBF = mid-mountain moist evergreen broadleaf forest; TMRF = tropical mountain rainforest; SSMEBF = south subtropical monsoon evergreen forest; TSRF = tropical seasonal rain forest; MEF = mossy elfin forest; CCM = chill-pecoma meadow; WCF = warm coniferous forest.

Abundance rating: +++ seen very often and over 20 individuals, ++ seen quite often, usually over 10 individuals, + rarely seen and less than 3 individuals, ? number not known.

Protected class: np = not protected; I = protection, class 1; II = protection, class 2.

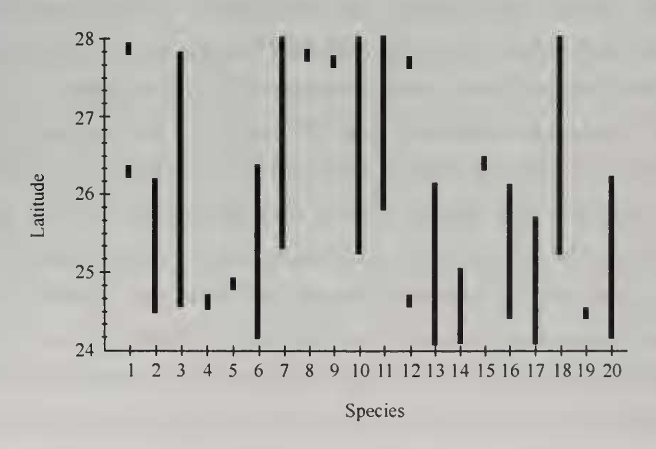


Fig. 3 Latitudinal distribution of galliforms in Gaoligong Mountains region

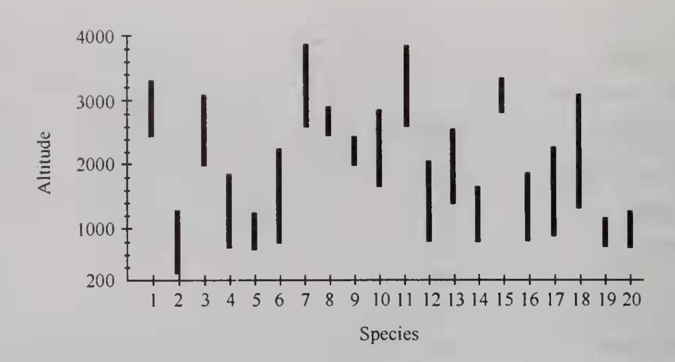


Fig. 4 Altitudinal distribution of galliforms in Gaoligong Mountains region

3 Discussion

To protect and conserve the biodiversity in this region, three nature reserves have already been established. These represent the northern, central and southern regions (Fig. 1). These three reserves comprise approximately 13% of the region's forest resources. In general, primary forests existing at the establishment of these nature reserves have been conserved effectively. The reserves conserve many species of galliforms and their habitat. However, poaching is still frequent in the reserves. For example, on five occasions at Pianma we saw people enter with guns to hunt birds. Inspection of three small roads in the forest revealed hundreds of snares and traps aimed at gallinaceous birds and small mammals. We also found feathers of a Grey Peacock-pheasant *Polyplectron bicalcaratum* killed by poachers in Tongbiguan Nature Reserve.

Outside nature reserves, hunting pressure on gamebirds is more serious than in reserves. Meanwhile, much habitat of galliforms has been lost through logging, planting economic species and traditional land-use (slash-and-burn cultivation). The Nujiang valley below 1200m south to Liuku was once habitat for Green Peafowl *Pavo muticus*, but now most of this land is cultivated and Green Peafowl have almost disappeared from the region.

To conserve gallinaceous birds more efficiently in the region, hunting protected gamebirds should be completely banned both in reserves and in non-reserve regions. Local government, wildlife and nature reserve administrations need to strengthen propaganda and to enforce the law. Local people must come to understand that many species of galliforms are protected by national law and that hunting is strictly prohibited. A nature conservation curriculum should be established in small village schools to increase conservation awareness among children. In addition, authorities should increase the level of financial and technical support for alternative economic options in communities surrounding nature reserves so as to help local people to change methods of traditional land use and stop hunting at random.

Acknowledgements This work is a part of the programme on bird and mammal resources and nature conservation in the Gaoligong Mountains region, supported by the John D and Catherine T MacArthur Foundation, USA.

References

Jiang H Q. 1980. Distributional characteristics and regional regularity of Yunnan vegetation. Acta bot. Yunnanica 2: 1～2 (in Chinese)

Liu D Y, et al. 1989. Nature reserves of Yunnan Province. Beijing: China Forestry Press.

Peng Y Z, Wei T H, Yang L. 1980. Survey report on vertebrates in the Gaoligongshan region. Vol. 2. Birds. Beijing: Science Press. 24～35

Wu Z Y, Zhang J Y, Li C. 1979. The regionalization of Chinese flora. Acta bot. Yunnanica, 1: 1～21

高黎贡山白尾梢虹雉生境利用的初步观察*

施晓春

（高黎贡山自然保护区保山管理处　保山　678000）

摘　要　1997 年 4～6 月在高黎贡山大塘用鸣声监听和样带、样方法对白尾梢虹雉（*Lophophorus scalateri*）的生境利用情况做了初步观察。此间白尾梢虹雉主要活动在海拔 3300～3600m 的箭竹林内，鸣叫集中在11:00～17:00，取食贝母、多星韭、牛尾独活、高山羌活、紫花百合、七筋姑等植物的地上或地下部分。

关键词　白尾梢虹雉，生境，鸣声监听，食性

白尾梢虹雉（*Lophophorus scalateri*）属鸡形目（Galliformes）雉科（Phasianidae）虹雉属（*Lophophorus*）。该种主要分布于缅甸东北部、印度、我国西藏东南部、滇西北部的高黎贡山和碧罗雪山（赵正阶 1995，何芬奇 1991），在云南分布的海拔高度 2500～4200m。栖息于针叶林、杜鹃灌丛、箭竹灌丛，偶见于高山草地，常结成小群（何芬奇 1991），分布区域狭窄，数量稀少，是国家 I 级保护动物，也是高黎贡山自然保护区的主要保护对象之一。我们于 1997 年 4～6 月在高黎贡山大塘对白尾梢虹雉进行初步观察，旨在了解它在生境利用方面的一些基础信息，为高黎贡山的生态监测项目做准备。

1　方法

1.1　研究地点

研究地点位于高黎贡山西坡腾冲县界头乡大塘村，高黎贡山二脑子（翻山处）西侧冷水河和茨竹河流域（25°40′N，98°30′E），海拔 3000～3700m（图 1）。植被类型包括山顶苔藓矮林、箭竹林和高山草甸，其主要伴生种有血雉（*Ithaginis cruentus*）、小熊猫（*Ailurus falgens*）、羚牛（*Budorcas taxisolor*）等。山体切割明显，地形复杂。气候恶劣，降水量大，山顶积雪期达 8 个月之久（西南林学院　1995）。

1.2　研究方法

1.2.1　鸣声监听

在海拔 3300m、3450m 及 3600m 处选 3 个视野开阔处作鸣声监听站，以监听 3 条沟谷该雉的鸣叫。从09:00至17:00，不间断记录鸣叫位置和时间，同时用望远镜观察。数据处理时，相对集中的鸣叫定义为一组，站点上下 75m 的海拔带内鸣叫计为同一海拔高度。按监听站顺序依次监听，每站监听 1 天。在 4～6 月工作期间，除在途中或暴雨雪等恶劣气候影响外，坚持开展听声工作，有效工作 26 日。海拔 3300m 鸣声监听站

* 本文1999年发表于《动物学研究》，20(1)：50～54。

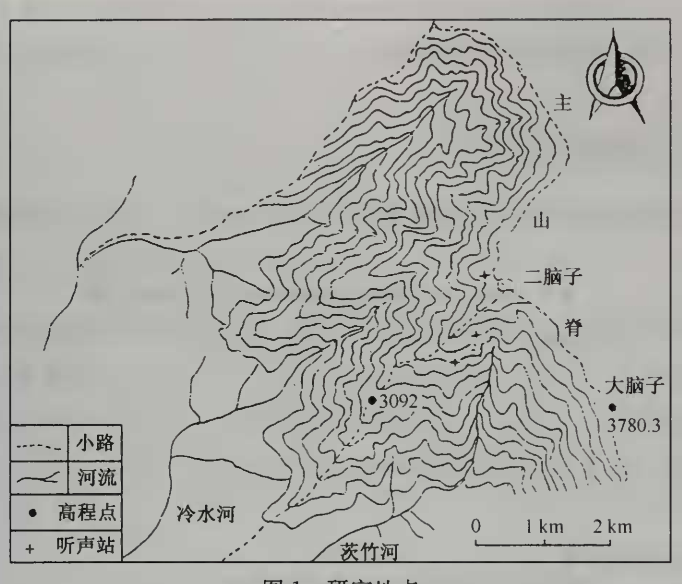


图1 研究地点

工作日期为04～15、04～20、04～24、05～15、05～18、05～23、06～04、06～08；3450m工作日期为04～16、04～19、04～23、04～26、05～14、05～17、05～20、06～01、06～05；3600m工作日期为04～17、04～21、04～25、05～13、05～16、05～19、05～24、06～02、06～07。

1.2.2 定宽样带取样

在茨竹河和冷水河的海拔3200、3300、3400、3500和3600m处各设置一条长1000m、宽6m的样带。二三人各手持2m长的竹竿并排行走，并用海拔仪确定高度（遇到悬崖时绕开，过后再回到原来高度）。清点样带中粪粒数，并记录有关的植被类型。定宽样带取样在鸣声监听的间隙开展，4～5月有效取样16次，海拔3200m样带工作日期：04～14、04～20、05～20、05～23；3300m工作日期：04～20、05～15、05～19；3400m工作日期：04～19、05～14、05～18；3500m工作日期：04～23、05～14、05～17；3600m工作日期：04～21、05～13、05～16。

1.2.3 觅食地（食物）样方取样

在3400m和3500m的白尾梢虹雉长时间取食、逗留处（以望远镜观察确定），分别设立2个2m×2m样方。记录盖度（%）、主要草本植物种类、取食草本植物种类、刨痕数和粪粒数。采用直接观察法和取食痕迹检查法，确定食物种类。

2 结果

2.1 鸣叫

2.1.1 叫声

白尾梢虹雉的雄鸟被当地人称为“叫鸡”，平时常发出“aou…”的叫声；受惊飞起

时则发出“hu…”的叫声。为阵发性叫声，即3～15个鸣叫音节串成一组，共持续18～77s，单个鸣叫持续时间加间隔时间为(6.16±0.26)s，组间有较长的间隔，(2949±379.8)s。

2.1.2 鸣叫位置的海拔分布

4～6月份白尾梢虹雉鸣叫位置出现在3300～3600m，3450m为集中带（表1）。

表1 4～6月白尾梢虹雉的鸣叫位置与鸣叫次数

海拔/±75m	3000	3150	3300	3450	3600
鸣叫次数	0	0	4	252	119
鸣叫组数	0	0	1	33	17
总鸣叫时间/s	0	0	23	1486	723

2.1.3 鸣叫时间分布

4～6月份白尾梢虹雉鸣叫主要出现在11:00～17:00（表2）。

表2 4～6月白尾梢虹雉鸣叫的时间分布

时间	9:00～10:00	10:00～11:00	11:00～12:00	12:00～13:00	13:00～14:00	14:00～15:00	15:00～16:00	16:00～17:00
鸣叫次数	0	0	27	84	127	84	40	11
鸣叫组数	0	0	4	11	16	11	7	2
总鸣叫时间/s	0	0	170	488	765	500	246	63

2.1.4 雄鸟鸣叫位置所反映的占区行为

在每个听声站，每日只能观察到1只白尾梢虹雉雄鸟鸣叫，鸣叫位置相对固定，即靠近山脊的沙沟头或林间空地。分析雄鸣叫的位置和时间分布，可得出初步结论白尾梢虹雉每只雄鸟在繁殖期占据1条冰碛水蚀沟谷。在8km^{2}研究区域共有11条沙沟，都有白尾梢虹雉活动痕迹，初步测算雄鸟密度为1只/0.7km^2。根据雄雌比1∶1.07（何芬奇 1991），推算繁殖鸟密度约为1对/0.7km^2。

2.1.5 雄鸟活动规律

白尾梢虹雉雄鸟活动的时间段和海拔高度具有一定规律。海拔3300m白尾梢虹雉鸟鸣叫和被观察到的时间为10:00～12:00，3次；3450m为11:00～17:00，相对集中时间12:00～14:00，25次；3600m为12:00～17:00，相对集中时间14:00～16:00，14次（表3）。分析这些数据，可初步推断在海拔3300～3600m白尾梢虹雉雄鸟存在垂直迁移现象，但由于缺乏海拔3300m以下数据，不能确定白尾梢虹雉的日活动规律。

表 3　4～6 月白尾梢虹雉活动的时间与海拔分布

海拔/m	时间							
	9:00～10:00	10:00～11:00	11:00～12:00	12:00～13:00	13:00～14:00	14:00～15:00	15:00～16:00	16:00～17:00
3300	0	1	2	0	0	0	0	0
3450	0	0	3	11	14	5	2	1
3600	0	0	0	2	3	8	6	3

2.2　定宽样带上的粪粒分布

定宽样带上的主要调查粪粒迹象，我们假定停留时间与粪粒数成正比，可以得出白尾梢虹雉雄鸟主要在海拔 3300～3500m 的箭竹林内活动（表 4）。区分白尾梢虹雉与其主要伴生种血雉的粪粒比较容易。白尾梢虹雉粪粒较大，团状，平均直径 37mm；血雉的粪粒较细小，条状，长约 30mm，径约 8mm。除了辨别粪粒差异，还可通过足迹将二者区分开。白尾梢虹雉足迹平均长 13.4cm，宽 11.2cm，趾较合拢；血雉足迹平均长 7.7cm，宽 7.4cm，趾较张开。

表 4　样带（6m×1000m）上的植被类型和粪粒数

海拔/m	3200	3300	3400	3500	3600
植被	杜鹃、箭竹林	杜鹃、箭竹林	箭竹林	箭竹林	草甸
粪粒数	2	13	34	32	4

2.3　觅食样方中的植被、食物种类和活动痕迹

海拔 3400～3500m 处，白尾梢虹雉活动痕迹较多，为密集利用带。在此海拔区域，主要的上层植物为短鞘箭竹（*Fargesiu orbiculata*），混生有少量凸尖杜鹃（*Rhododendron sinogiande*），地面为草本植物覆盖，水蚀沟谷和土坎下有一些露地。白尾梢虹雉食性调查，我们采用活动区域样方法，即先用望远镜观察活动情况，当其离开之后，在其长时间停留位置做样方调查，通过取食痕迹判断，并采下被吃过的食物标本，鉴定后确定食物种类。在 3400m 和 3500m 海拔带，分别调查 2 个 2m×2m 的小样方。调查可知，白尾梢虹雉主要植物性食物包括贝母（*Fritillaria cirrhosa*）、多星韭（*Allium wallichii*）、牛尾独活（*Heracleum apioides*）、高山羌活（*Notopterygium forrestii*）、紫花百合（*Lilium souliei*）、七筋姑（*Climtonia udensis*）（表 5）。

表 5　觅食地样方中的活动痕迹

样方（海拔）	样方 1（3400m）	样方 2（3400m）	样方 3（3500m）	样方 4（3500）
盖度/%	75	90	80	85
刨痕数/个	2	1	3	1
啄食洞坑/个	3	3	6	3
粪粒数/粒	1	2	2	3
趾迹数	3	2	4	5

3　讨论

在听声站观察中，每次只能听到 1 只白尾梢虹雉鸣叫，用望远镜对鸣鸟进行观察，

从形态上可确定是雄鸟，未发现雌鸟鸣叫。4～6月正值白尾梢虹雉的繁殖季节，可推测白尾梢虹雉在繁殖季节里单独活动，与“白尾梢虹雉繁殖季节多单个活动”（昆明动物研究所鸟类组 1980）的结论一致。雄鸟在觅食完后，靠鸣叫来明确和守护家域。雌鸟的主要工作是孵卵和育雏。白尾梢虹雉鸣叫位置出现于海拔3300～3600m，与“白尾梢虹雉繁殖季节多见于海拔3400m以上的地带”（何芬奇 1991）的结论基本相同，鸣叫海拔高度随季节变化。天气变化影响白尾梢虹雉活动，正在下雨和下雪时，听不到鸣叫。但在雨前大雾上山时，白尾梢虹雉连续鸣叫，推测其原因是对天气急剧变化的恐慌和在能见度低的情况下通过鸣叫确定其领域地位。

白尾梢虹雉机警而性胆怯，很难接近。当我们试图靠近一只鸣雉，该雉发觉后停止鸣叫，飞向山下。白尾梢虹雉常在林地和竹林间地面上活动，未发现像棕尾虹雉（*Lophophorus impejanus*）和绿尾虹雉（*Lophophorus lhuysii*）那样在繁殖季节有一种特殊的发情飞翔，经常由山顶突兀的岩石上俯冲而下，并在山坳里盘旋（Caston 1981，卢汰春等 1986）。

调查中，我们未在竹林下发现白尾梢虹雉的活体或鸣叫，定宽样带中粪粒在空地和林下的分布比例为76∶9，推断其主要在空旷地活动。取食地样方选择在观察到它的空旷草地，不能反映竹林下草本植物种类和食物情况。造成样带（活动）和样方（食物）产生误差的原因是高海拔地带箭竹严重矮化密集，林下调查困难，不容易观察到有关活动情况，而空旷地上容易观察。因此必须加强林下调查，全面反映白尾梢虹雉的生境利用状况，尽可能减少取样误差。

白尾梢虹雉在高黎贡山主要生活在海拔3200m以上短鞘箭竹林与亚高山草甸相间的狭窄地带，气候寒冷，具有风大，雨雾多的特征，对动物的容纳量自然也低。白尾梢虹雉个体较大，行动笨拙，日活动规律性强，易遭人类与天敌捕杀。这些都视为该种内在的致危因素。其种群状态可视为该地区生态监测的指标之一。本研究实际上为以后的监测工作提供了适用的白尾梢虹雉存在迹象（鸣声）和工作空间（3450m海拔带）、时间（5月，11:00～17:00）信息。

致谢 赵其昆研究员和韩联宪副教授在项目设计和论文撰写过程中提供了至关重要的指导和帮助，寸瑞红先生参加过部分野外工作，武大勇先生曾对原稿提出过修改意见，谨致谢忱。

主要参考文献

何芬奇. 1991. 白尾梢虹雉. 中国珍稀濒危野生鸡类. 福州：福建科学技术出版社. 211～214

卢汰春，何芬奇，卢春雷. 1986. 绿尾虹雉叫声的声谱分析. 生态学报，6(1)：85～86

卢汰春，刘如笋，何芬奇等. 1986. 绿尾虹雉生态学研究. 动物学报，32(3)：273～279

西南林学院. 1995. 高黎贡山国家级自然保护区. 北京：中国林业出版社. 91～93，105～106

赵正阶. 1995. 中国鸟类手册（上卷）. 长春：吉林科学技术出版社. 383～385

中国科学院昆明动物研究所鸟类组. 1980. 高黎贡山地区脊椎动物考察报告（第二册，鸟类）. 北京：科学出版社. 28～31

Caston A J. 1981. Present distribution and status of pheasants in Himachal Pradesth, western Himalayas. World Pheas Ass Journ, 6：10～30

Preliminary Observation on *Lophophorus scalateri* in Mountain Gaoligong Mountains

SHI Xiao-chun

(The Gaoligong Mountains Natural Reserve Administration Baoshan, Yunnan 678000)

Abstract With the methods of call-listening, and counting feces in fixed-width transects, and food plants in fixed-size quadrats, we tried to collect data on call patterns, range, and diet in *Lophophorus scalateri* at Mt. Gaoligong at west of Yunnan in a period from April to June, or its beeding season. The species is endemic to the Eastern Himalayas, poorly known, and highly threatened. The elevation-belt of 3400～3600, where the cover was dominated by the bamboo, *Fargesia orbiculata*, (sometimes mixed with few *Rhododendron sinogande*) with a few patches of grass-lands set in, was frequently used by the pheasant in the seacon according to its calls produced by males. Only one male was found in each valley-branch. A female appeared with fledgings in 23 May. The peak period of calls was between 11:00～17:00 h. The bird fed mainly on *Fritillaria cirrhosa*, *Allium wallichii*, *Aralia apioides*, *Notopterygium forrestii*, *Lilium souliei*, and *Climtonia udensis* etc., both the parts above and under the ground. This observation is the first step for a proposed long-term project of ecological monitoring in the reserve known as one of the richest area in biodiversity in China.

Key words *Lophophorus scalateri*, Habitat, Call-listening, Food habit

高黎贡山冬季白尾梢虹雉运动方式和生境偏好的初步观察*

罗　旭[1]　韩联宪[1]　艾怀森[2]

（1 西南林学院 保护生物学学院，云南 昆明 650224）

（2 高黎贡山国家级自然保护区保山管理局，云南 保山 678000）

摘　要　2002 年及 2003 年 1 月，两次对高黎贡山大脑子白尾梢虹雉（*Lophophorus sclateri*）的运动方式和活动痕迹做了直接观察或样带-样方取样。该鸟滑翔是下行的主要运动方式，上行全为行走；所发现的 3 个夜宿地均位于坡度大、郁闭度高的近沟谷地带；与降雪有关，冬季向低海拔迁移，使得近沟谷带成为密集利用带。这样的运动和生境利用方式，显然是能耗最小化和觅食效率最大化的行为适应。

关键词　白尾梢虹雉，运动方式，生境偏好

冬季对于雉类是严峻的考验。主要问题是食物短缺和低温，同时植物凋谢，积雪覆盖，隐蔽条件差，更易遭到天敌的捕杀，以及白昼变短等。因而冬季雉类生态研究受到许多研究者的关注，如对冬季群体移动、栖息地选择、夜宿地选择、集群行为等方面的研究（Young et al. 1991，Hill et al. 1988）。

白尾梢虹雉（*Lophophorus sclateri*）是一种典型的高山雉类，数量稀少。对该物种在野外的生存状态了解甚少。He（1991）对其习性进行了观察，认为一些地方的白尾梢虹雉群体具有季节性垂直迁移特性，而另一地的群体却没有。原因主要是由于生境和地势的差异，如云南碧罗雪山的个体有这种现象，而高黎贡山的个体在冬季基本上处于夏季所在的高度。Shi（1999）对生境利用进行了研究，提出白尾梢虹雉雄鸟在海拔3300～3600m处存在垂直迁移的日活动规律，其中 3400～3500m 是春季的密集利用带。而对白尾梢虹雉的越冬习性尚无文献提及。

在温带地区对环颈雉的研究表明，气温低、能量损失大的时候，雉类会采取“消极的能量平衡”对策，即减少活动以节约能量，气候特别恶劣的时候甚至完全不取食（Gates et al. 1974）。然而高山环境长久的低温和积雪覆盖迫使雉类必须进行取食活动才能维持生存，这种情况下白尾梢虹雉将采取何种适应性对策是本工作拟解决的主要问题。

1　方法

1.1　研究地点

研究区域位于高黎贡山国家级自然保护区、腾冲县境内主峰大脑子西坡茨竹河流域

---

* 本文2004年发表于《动物学研究》，25(1)：48～52。

(25°41′～25°42′N，98°44′～98°46′E)，海拔高度为2500～3600m。地形复杂，坡陡谷深，平均坡度达37.4°。茨竹河为陇川江的一条支流，河床为石质。森林上缘可至3100m，与高山箭竹混杂生长。该区域的竹林仅有矩鞘箭竹（*Fargesia orbiculata*）和云龙箭竹（*F. papyrifera*）两种（Xue 1995），3250～3350m为两者的过渡带，3350m以上为短鞘箭竹林的单优群落，林下几乎无灌丛。该区域内有不少流石滩和干沙沟。

野外工作从2001年12月24日～2002年1月19日、2002年12月28日～2003年1月18日，有效工作日为44天。2001～2002年冬季研究期间，2002年1月9日下大雪，积雪厚度达50～60cm，此前该区域内无积雪；2002～2003年冬季开始研究前，该区域已有积雪，2003年1月5日再次降雪，积雪达30～40cm。

在研究区域内还有血雉（*Ithaginis cruentus*）和红腹角雉（*Tragopan temminckii*）两种雉类。冬季血雉群体一般10～30只，活动范围大，和白尾梢虹雉的活动区域重叠较大。但两者的活动痕迹极易区分：白尾梢虹雉的粪便颗粒大，形状较规则，一般有2～4个螺旋，颜色偏褐，白色尿酸结晶成大块附着于螺旋较粗的一端；血雉的粪便呈细圆柱状，无螺旋，颜色偏绿，且因为血雉在冬季常结成大群（Yang 1995a），故而粪便排放集中，在数平方米的范围内常有几十粒血雉粪便。红腹角雉在云南省主要栖息于山地冷杉、杜鹃林及苔藓林中，冬季随雪线的下降而迁至海拔较低的地带活动（Yang 1995b），我们在研究地点发现红腹角雉主要在2900m以下的常绿林中活动，未见在海拔3000m以上活动，与白尾梢虹雉的活动范围重叠小，且红腹角雉的粪便较白尾梢虹雉的小、不规则，容易区分。白尾梢虹雉的足迹较另两种雉大（Shi 1999），也易辨认。当足迹不好判断时，检查附近的粪便以确定是否为白尾梢虹雉。

1.2 观察方法

1.2.1 直接观察

通过2001年春季的观察研究得知，茨竹河流域有白尾梢虹雉分布，故以茨竹河为主要观察路线，顺河寻找直至发现白尾梢虹雉作为直接观察对象。选视野开阔点于早晚定点观察，从早晚飞行路线推测其夜宿位置，随后至该处证实、记录夜宿点的环境特点。

个体观察记录内容为运动方式（飞行和行走）及运动方向（上行和下行）。

1.2.2 活动痕迹取样

据Yang（1995c）记载，白尾梢虹雉栖息地的海拔高度为2500～4200m。鉴于研究区域附近的高黎贡山主山脊平均不到3700m，因此于2001年春季在海拔2500～3600m处，每100m海拔高度内设一条长1500m、宽1m、大致平行的样带，共11条。

因为白尾梢虹雉粪便易辨认且存留时间长，所以选择粪便作为样带上的取样对象，以粪粒数目作为栖息地利用强度的指标。冬季开始研究前，一次性去除样带上的粪便，累积（20±1）天后对其粪便取样，具体取样时间为2002年1月16至19日、2003年1月16至18日。

在白尾梢虹雉活动频繁的100m海拔范围内将山坡划为5带，2002冬季选择

3300～3400m，2003 冬季选择 2900～3000m。鉴于这两个海拔带从山谷到山脊的平均宽度为 400～500m，因而将沟谷两侧各 50m 划为沟谷带；距沟谷 50～150m 划为近沟谷带；山脊两侧 50m 视为山脊带；距山脊 50～150m 为近山脊带；近山脊带和近沟谷带之间为中间带。

在所选海拔带内每隔 20m 设 1 条跨越 5 个带的路线，共 5 条。手持 GPS 接收机沿路线行进，在每个带的中点处，离开路线向左右各走 50 步设 1 个 10m×10m 的样方，每条路线上设 10 个样方，5 条路线上共 50 个。

样方的取样对象为粪便和足迹。开始研究前一次性去除 50 个样方中所有白尾梢虹雉的陈旧粪便，积累 15 天后对新增的粪便取样，具体取样时间为 2002 年 1 月 13 至 14 日、2003 年 1 月 14 至 15 日。下雪后，统计 5 天内样方中新增的足迹，取样时间为 2002 年 1 月 15 日、2003 年 1 月 11 日，每个冬季对粪便和足迹各统计 1 次。

2 结果

2.1 群体及位置

2002 年 1 月在茨竹河流域及其附近发现 2 雄 3 雌的白尾梢虹雉越冬集群，由 1 雄 1 雌和 1 雄 2 雌 2 个家族群组成。2002 年 3～6 月观察到其中的 1 雄 2 雌家族群于该年 5 月繁殖 3 只幼鸟，增为 6 只。两个冬季研究期间，白尾梢虹雉都在高黎贡山西坡活动，集中在茨竹河主河及两侧山坡，坡向总体朝南，为阳坡。

2.2 运动方式

白尾梢虹雉远距离位置移动主要有飞行和地面行走两种方式。在所观察到的 11 次飞行中，8 次是傍晚从上而下滑翔飞行至夜宿地附近，3 次是清晨从夜宿地到低处；未见向上飞行的情况。雪后，共发现 17 条足迹链，共 250 个足迹，其中 9 条足迹链的总体方向朝上，另有 4 条向下，止于水沟边，但水沟的另一侧都能找到与之衔接的朝上的足迹链。

2.3 生境偏好

2.3.1 垂直迁移

在 2002 冬季研究期间，下雪前见到的白尾梢虹雉活动痕迹的最高点为 3547m，最低点为 3140m，在 3100m 以下未见到个体或痕迹；而雪后在 3100m 以下见到白尾梢虹雉 6 只次，其中雌鸟 5 只次，最低点为 3000m。

11 条样带上的白尾梢虹雉粪粒数目无差异（$t=0.018$，$P>0.05$）。2003 冬季的群体明显比 2002 冬季群体所处海拔偏低，粪粒分布的峰值带相差约 400m（图 1）。

2.3.2 夜宿地

夜宿地多位于沟谷两侧地形陡峭的地方，岩石边或低矮的枝条上最为常见，坡度大、郁闭度高为其特征（表 1）。2002 冬季找到 2 个（表 1 中 A、B）：2002 年 1 月 2～3 日，共观察到 5 只次于 B 点夜宿，2002 年 1 月 5～6 日观察到 6 只次于 A 点夜宿。2003

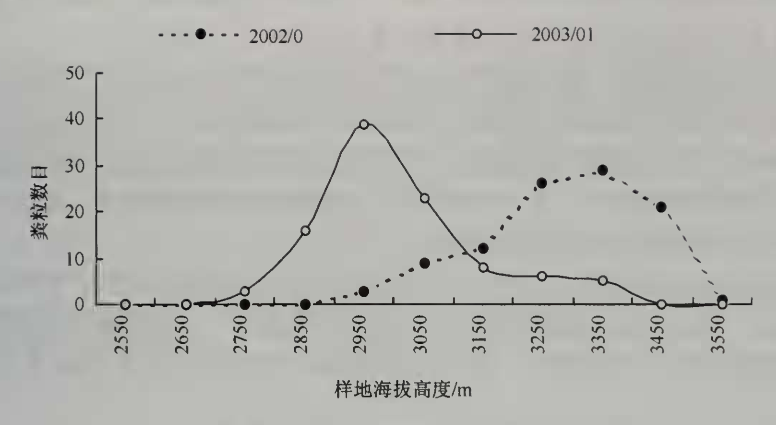


图 1　高黎贡山白尾梢虹雉冬季粪粒的海拔分布

年冬季找到 1 个夜宿点（表 1 中 C），2003 年 1 月 12 日观察到 2 只次于 C 点夜宿。

表 1　白尾梢虹雉冬季夜宿点特征

地点	A	B	C
地理坐标	25°41′18.9″ N 98°44′47.0″ E	25°41′49.4″ N 98°44′49.0″ E	25°41′21.7″ N 98°44′44.6″ E
海拔 m	3329	3372	2956
距谷底距离/m	10	30	70
坡向/°(正北＝0°)	175（南）	277（西）	261（西）
坡度/°	50	47.8	46.8
郁闭度/%	60	90 以上	80
植被类型	矮化的箭竹林	箭竹林	阔叶林
基底特征	直立突兀的岩石，表面凹凸不平，覆以苔藓	悬崖下方水平伸出的石头，长满苔藓并夹杂枯黄柔软杂草	无草本生长，落叶层厚。仅有少量灌丛枯枝横向生长，距地高度 20cm，局部主枝光滑

2.3.3　坡面利用

近沟谷带是白尾梢虹雉活动最频繁的地带，山脊带未见活动（表 2）。

表 2　白尾梢虹雉冬季活动痕迹在坡面上的分布

	累积天数	取样日期	沟谷带	近沟谷带	中间带	近山脊带	山脊带	年间差异（t）
粪便	15	2002-01-13～ 2002-01-14 2003-01-14～ 2003-01-15	10 11	19 22	14 20	1 2	0 0	0.38
足迹	5	2002-01-15 2003-01-11	22 266	40 58	30 33	6 4	0 0	0.35

3　讨论

白尾梢虹雉清晨从夜宿地起飞滑翔至低海拔地带，白日觅食及活动的总体方向朝上，与 Shi（1999）观察白尾梢虹雉日活动(10:00～17:00)具向上迁移的现象相似；黄

昏时一般已经移动到比夜宿地海拔高的地点，回夜宿地也是向下飞行。这种现象同样见于暗腹雪鸡（Huang et al. 1991）和绿尾虹雉（He et al. 1991）。

因为未进行个体标记，尚不清楚白尾梢虹雉连续多长时间在同一个夜宿点过夜，也难以说明白日活动的个体离开夜宿地的平均距离和最远距离，但3个夜宿点的海拔表明白尾梢虹雉夜宿于活动最频繁的地段。滑翔是雉类长距离移动最为节省能量的运动方式，集中在夜宿地周围活动，势必节省往返于夜宿地和取食地的距离。这样的运动和活动方式，显然是使能耗最小化的行为适应。

白尾梢虹雉坡面利用研究表明近沟谷带是其活动最为频繁的地段。原因可能是：沟谷带虽有水流，但河床以石质或砂质为主，冬季草本极少，且河两侧十分陡峭，不适于觅食；其余各带虽草本覆盖相当，但受水源限制，故而形成越靠近山脊活动越少的格局。

从活动地点和夜宿地的位置来看，白尾梢虹雉冬季集中在避风、昼夜温差变化小的沟谷及两侧活动及夜宿，这也是减少体表散热、节省能量消耗的一种策略，这与绿尾虹雉冬季多选阳坡突起的石崖下或小面积的山坳内为其栖居场所（He et al. 1991）相似。

He等（1985）提出，在雉类的垂直迁移研究中，不但应考虑其不同季节的分布下线，同时应考虑其分布上线及其群体中的个体在整个垂直剖面的不同高度上的相对密度。在2002年冬季下雪前，白尾梢虹雉分布海拔与春季（Shi 1999）相当，但雪后分布下线下移140m，活动密集带（3300～3400m）也下降100m，表明下雪可促使群体向低海拔移动。2002年冬季研究中后期才有降雪，研究前期天气晴朗，白尾梢虹雉还主要集中在高海拔带活动；而2002年11月中旬，即2003冬季开始研究前就已降大雪，2003年1月研究期间白尾梢虹雉主要集中在低海拔带活动，与低处积雪薄，方便觅食或许有关。这与暗腹雪鸡（Chang et al. 1994）相同，但与白马鸡（Gemajiacuo et al. 1999）、血雉（Yang 1995a）具有的季节性垂直迁移习性不同。

主要参考文献

Chang C, Liu N F, Wang X T. 1994. The movement rule, feather growth and moult of the Himalayan Snow Cock (*Tetraogallus himalayensis koslowi*). Journal of Gansu Sciences, 6(1): 77～81

Gates J M, Hale J B. 1974. Seasonal movements, winter habitat use and population distribution in an East Central Wisconsin pheasant population. Tech Bull Wisconsin Dept Nat Res, 76: 1～55

Gemajiacuo, Dong D F, Long W X. 1999. Preliminary behavioral observation of White Eared Pheasant. China. J. Zool, 34 (1): 26～28

He F Q, Cui X Z. 1991. *Lophophorus lhuysii*. In: Lu Tc. Chinese Rare and Endangered Wild Pheasant. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press. 215～227

He F Q, Lu T C. 1985. Ecology of the Chinese monal in winter. Zool Res, 6(4): 345～352

He F Q. 1991. *Lophophorus sclateri*. In: Lu TC. Chinese Rare and Endangered Wild Pheasant. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press. 211～214

Hill D A, Robertson P A. 1988. The pheasant: Ecology, In: Lu TC. Management and Conservation. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 25～53

Huang R X, Liu N F. 1991. *Tetraogallus himalayensis*. In: Lu TC. Chinese Rare and Endangered Wild Pheasant. Fuzhou: Fujian Science and Technology Press. 123～139

Shi X C. 1999. Preliminary observation on *Lophophorus sclateri* in Mountain Gaoligongshan. Zool Res, 20 (1): 50～54

Xue J R. 1995. Gaoligong Mountain National Nature Reserve. Beijing: China Forestry Publishing House. 206～208

Yang X J. 1995a. *Ithaginis cruentus*. In: Yang L et al. The Avifauna of Yunnan, China. Kunming: Yunnan Science and Technology Press. 267～271

Yang X J. 1995b. *Tragopan temminckii*. In: Yang L et al. The Avifauna of Yunnan, China. Kunming: Yunnan Science and Technology Press. 274～278

Yang X J. 1995c. *Lophophorus sclateri*. In: Yang L et al. The Avifauna of Yunnan, China. Kunming: Yunnan Science and Technology Press. 278～280

Young L, Zheng G M, Zhang Z W. 1991. Winter movements and habitat use by Cabot's Tragopans in southeastern China. Ibis, 133(2): 121～126

Preliminary Report on the Movement and Habitat Preference of Sclater's Monal at Mt. Gaoligong in Winter

LUO Xu[1]　HAN Lian-xian[1]　AI Huai-sen[2]

(1 Biology Conservation Faculty, Southwest Forestry College, Kunming, Yunnan 650224, China)

(2 The Gaoligong Mountains Natural Reserve, Baoshan Administration, Baoshan, Yunnan 678000, China)

Abstract　The movement way of *Lophophorus sclateri* was directly observed at Danaozi in Mt. Gaoligong in Januaries of 2002 and 2003, and habitat preference of the pheasant was sampled by transect and quadrant methods. The pheasant usually glided down, and always walked up. Three sleeping sites were found on steep slopes with high canopy density, and close to the valley. The pheasant shifted down in winter, which may be related to heavier snow in higher locations, resulting in a dense use of the belt close to the valley. The Movement way and pattern of Habitat use are clearly bound to maximize foraging effectiveness and minimize energy expenditure.

Key words　Sclater's Monal, Movement, Habitat preference

麂属（*Muntiacus*）一新种*

马世来　王应祥　施立明

（中国科学院昆明动物研究所）

摘　要　麂属新种——贡山麂（*Muntiacus gongshanensis* sp. rov.），根据得自云南西部高黎贡山的标本名。本新种体型中等，体背与尾背暗褐色，额腺不显，无冠毛，颏腺小，蹄大，其染色体 2n=9♂，8♀。

关键词　麂属，新种，云南

1973～1983 年间，笔者在云南西部高黎贡山和碧罗雪山购得了 3 张体毛暗褐而与麂属已知各种有别的麂皮标本，因缺头骨难以鉴定。1983 年以来，本所在研究中国鹿类染色体与分子进化过程中，先后在高黎贡山捕获一老年雄体和刚长出 M^3_3 的一成年雌体（怀有一雄性胎儿），还有幼年雌麂一只。它们的外形及毛色与前述 3 皮一致，而与现生已知的 5 种麂（Osgood　1932，Ellerrnan et al.　1951，Corbet et al.　1986，马世来等　1986）明显不同，核型特征（施立明等　1988）及头骨某些结构也有显著差异。经鉴定应为麂属（*Muntiacus*）一新种。

贡山麂 *Muntiacus gongshanensis* Ma，sp，nov.

正模标本（holotype）

KIZ 880018♂（老成）。1988 年 3 月采自云南西部高黎贡山北段，东坡（贡山县普拉底——米角，27°35 N′，98°47′ E）。

副模标本（paratype）

KIZ 890003（年轻成体）。1989 年 4 月获自滇西北福贡（高黎贡山，海拔 3000m ）。

查看标本（Examined specimens）

3 张成年皮。KIZ 7331，购自贡山；KIZ74410，购自高黎贡山西坡片马；KIZ 83001，购自云南西部碧罗雪山六库苗干山老荒田；1♀（幼），KIZ 890002，活捕于滇西六库以北约 100km 处，福贡附近。

本新种的模式标本和查看标本均收藏于中国科学院昆明动物研究所（表 1）。

* 本文1990年发表于《动物学研究》，11(1)：47～53。

表 1　新种贡山麂的模式标本量度

外形量度			头骨度量		
项目	正模	配模	项目	正模	配模
体重/kg	21	16	颅全长/mm	285.4	194.8
体长/mm	1045	950	颅基长/mm	191	183.5
尾长 mm	162	88	枕鼻长/mm	175.2	164.2
后足长/mm	280	287	鼻骨长/mm	56.2	52.4
耳长/mm	91	83	颧弓宽/mm	88.5	81.5
肩高/mm	570	550	眼眶长/mm	34.3	31.7
臀高/mm	680	680	泪窝长/mm	31.8	29.8
胸围/mm	520	545	后头宽/mm	59.9	56.2
腰围/mm	560	574	臼齿横宽/mm	65.2	56.4
前蹄/mm	67×30	46×29	角长/mm	71.7	—
后蹄/mm	55×36	41×33	角柄长/mm	34.5	—
颏腺/mm	17×12	18×9	上齿列/mm	62.4	—

鉴别特征

无簇形冠毛。额腺不明显。颏腺小。角型粗短，角柄短于角长。体背暗褐色，尾背略与体背色相似，蹄显著较大。头骨侧枕突（图 1）宽厚。

描记

外形。体型中等，体重 16～24kg，体长 950～1048mm。体背毛色暗褐颇似罗氏麂(*M. rooseveltorum*)，为麂属中暗、淡两色的居间型。体腹（包括喉部、颈下）呈暗沙灰色。体侧和四肢暗黑，尾背大部似体背色调，唯后端中线色较深浓。腋下、鼠蹊部、大腿内侧、肛周及尾腹面为白色。尾基两侧至臀部后方的暗棕褐色毛长而粗，形似一暗色垂带，与鼠蹊部、肛周和尾腹的纯白色区分明显。额腺存在但不显著。前额棕黄色，毛短不呈簇状。角柄被有棕黄硬毛，其内侧具 1～2mm 宽的暗棕褐色（雌性的相应位置色同）。颏腺小（♂ 17mm × 12mm，♀ 18mm × 9mm），其毛长约 8mm。蹄大（前蹄♂ 67mm × 30mm，♀ 46mm × 29mm；后蹄♂ 55mm × 36mm，♀ 41mm × 33mm），蹄上缘具清晰的不规则白环。背毛长而厚密（毛长 30 ～ 35mm）。尾的腹侧毛长约 40mm，纯白色，质软，向两侧平伸。

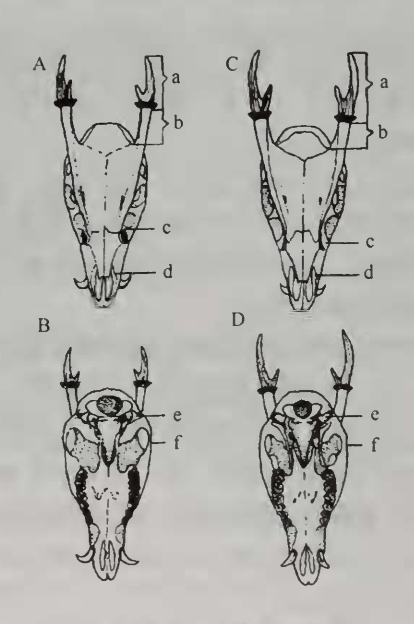


图 1　新种与菲氏麂的头骨比较

a：角；b：角柄；c：泪骨；d：前颌骨；e：侧枕突；f：颧弓

头骨。较菲氏麂（*M. feai*）的略长而宽。角柄粗短（长 30.6mm，直径 13.5mm），角细而尖长（71.7mm），显较菲氏麂的粗大，角尖略向内曲，角明显长于角柄（图 1：C），眉枝长而粗壮。前颌骨与鼻骨分离（幼体和年轻成体微相接）。泪窝大，仅略小于眼眶。泪骨前缘不与鼻骨相接（年轻个体相接）。鼻骨短宽（♂ 56.2mm ×32.7mm，♀52.4mm×29.3mm），且背面较平，前端的 4 个突起中短外长（幼体外短中长）。侧枕突较已知现生 5 种麂的均宽而厚［图 1：D（e）］。颧弓较粗壮。

分类讨论

贡山麂（*Muntiacus gongshanensis*）与已知麂属（*Muntiacus*）各种的比较见表 2。

表 2　麂属 6 个种的比较（量度：mm）

项目	小麂 （n=11）	罗氏麂 （n=2）	菲氏麂 （n=3）	黑麂 （n=6）	赤麂 （n=18）	贡山麂（新种） （n=1～5）
体长	800 （640～870）	1007 （990～1024）	960 （880～1000）	1225 （1130～1320）	1043 （980～1200）	998 （960～1045）
颅全长	157 （146～164）	188	203 （188～216）	203 （203～231）	209 （197～220）	200 （195～205）
蹄长	26 （25～27）	28 （26～31）	42 （40～45）	43 （42～46）	39 （37～40）	57 （46～67）
鼻骨与前颌骨	分离	分离	接触（短）	分离	接触（长）	分离（窄）
前额	无簇毛	无簇毛	具长簇毛	具长簇毛	无簇毛	无簇毛
体背色	淡红褐	暗红褐	暗棕	黑棕	赤褐	暗褐
尾背色	浅红褐	暗褐	暗黑	深黑	赤红	浅暗褐

贡山麂体型大，蹄大，体背及尾背色调暗褐，显与小麂（*M. reevesi*）有别。

贡山麂泪窝大（略小于眼眶），角和角柄短小，体毛长而厚密，臀部暗褐色而显著有别于赤麂（*M. muntjak*）。

尽管贡山麂的体毛色调，泪窝较大，前颌骨与鼻骨分离等特征均与菲氏麂（*M. feai*）、罗氏麂和仅见于我国东南部的黑麂（*M. crinifrons*）有不少相似之处，但贡山麂无簇状冠毛，老年个体泪骨与鼻骨分离［图 1：C（c）］所以，无论是外部形态，或头骨结构都有明显区别。

贡山麂与麂属各已知种的核型也有显著差异（表 3）。贡山麂的染色体数目 $2n = 9$ ♂，8♀。在已知的麂属诸种中，仅黑麂（可能还有赤麂的指名亚种 *M. m. muntjak* 或为另一独立种）具有相同的数目。但雄性黑麂的 No. 1 染色体有明显的多态性：一条同源染色体为亚中着丝粒，另一条为中着丝粒。而贡山麂的 No. 1 染色体都为亚中着丝粒。此外，核糖体基因的分布位置也有明显的不同（施立明等　1988）。又因为贡山麂和黑麂的分布区域之间尚未发现有过渡（居间）类型，故不属同种的地区差异。

上述差异及图表所示结果表明：贡山麂的形态结构和核型特征显然不同于其他诸种麂，经查 6 个同类型标本，也非个体变异，且与菲氏麂和赤麂在高黎贡山同域分布，据观察对照多项特征当属新种。张词祖等（1984）报道西藏的菲氏麂无长冠毛，其中

8201 号标本角长柄短，也可能属于本新种。

表 3　麂属动物的核型比较

种名	2n		NOR 位置	文献
小麂（*M. reevesi*）	♂	46	No. 1，No. 4	Hsu et al. 1968
	♀	46		
菲氏麂（*M. feai*）	♂	15	No. 3，No. 6	Soma et al. 1987
	♀	13		Soma et al. 1983
黑麂（*M. crinifrons*）	♂	9	No. 2，No. 4	段幸生等 1981，1984
	♀	8		施立明等 1988
贡山麂（*M. gongshanensis* sp. nov.）	♂	9	No. 1，No. 4	施立明等未发表资料
	♀	8		
赤麂 *M. muntjak**		8	—	Wurster et al. 1972
M. m. vaginalis	♂	7		Wurster et al. 1970
M. m. yunnanensis	♀	6	No. 1，No. 5	施立明等未发表资料
M. m. menglolis				
M. m. nigripes	♂	7	—	Wursrer-Hill et al. 1985
罗氏麂（*M. rooseveltorum*）**	♀	6	—	

* 可能是一独立种；** 原动物来自老挝，或许是赤麂。

据 Wirth 和 Graves 告知及其 1988 年的报道，他们在上海自然博物馆查看比较后证实了这一问题。

麂属（*Muntiacus*）动物的种级系统发育研究曾有过较全面的报道（马世来等 1986）。依据新种贡山麂的形态结构，如头骨大小，鼻骨与前颌骨的分离程度（轻微），角形构造，泪窝与眼眶比值，体毛色彩，以及染色体核型特征的分析结果看，其系统位置似应在黑麂与菲氏麂之间。

分布

现仅发现于云南西北部高黎贡山和碧罗雪山，数量稀少。西藏东南部、缅甸北部和印度东北部可能有少量分布。贡山麂目前仅见于横断山区腹心地带，是很有研究价值的珍稀物种，应加强保护。

主要参考文献

段幸生，刘爱华，林世英. 1981. 黑麂的核型. 动物学研究，2(4)：383～385

段幸生，刘爱华，刘瑞清等. 1984. 黑麂（*Muntiacus crinifrons*）染色体多态及着丝粒的研究. 动物学研究，5（1）41～46

马世来，王应祥，徐龙辉. 1986. 麂属（*Muntiacus*）的分类及其系统发育研究. 兽类学报，6(3)：191～209

施立明，马彩霞. 1988. 贡山麂（*Muntiacus* sp.）的新核型. 动物学研究，9(4)：343～347

张词祖，盛和林，陆厚基. 1984. 我国西藏的菲氏麂（*Muntiacus feac*）. 兽类学报，4(2)：88，106

Corbet G B，Hill J E. 1986. A world list of mammalian species. 2nd，Bril，Mus. （Nat. Hist.），London and Lihaca. 134

Ellerman J R，Mocrison-Scoil T C S. 1951. Cheeklis of Palaearctic and Indiau mammals. Bril. Mus. （Nat. Hist.），London

Hsu T C et al. 1968. An stlas of mammalian Chromosomes. Springer，Now York. Vol. 2.

Osgood W H. 1932. Mammals of the Kelley-Roosevelts and Delacour Asiatic Expeditions. Field Mus Nut Hist，18（10）：330～334

Soma H，Kada H K，Mtayoshi Y et al. 1983. The chromosomes of *Muntiacus feac*. Cytogenet Cell Genet，

35: 156～158

Soma H, Kada C, Meckvichai et al. 1987. Confirmation of the chromosomal constitution of Fea's Muntjac, *Muntiacus fcae*. Proc Japan Acad. 63 ser. B: 253～256

Warser D H, Atkin N B. 1972. Muntjac chromosomes: a new karyotype for *Muntiacus muntjah*. Experientia, 28: 972～973

Wirth R, Groves C. 1988. A new deer in China. Species, 11: 15

Wurster D H, Bernirschke K. 1970. Indian muntjac, *Muntiacus muntjak*: a deer witb a low dioloid chromosomes number. Science, 168: 1364～1366

Wurster-Hill D H, Seidel B. 1985. The G-banded chromosomes of Roosevelt's muntjac, *Muntiacus rooseveltorum*. Cytogenet Cell Genet, 39: 75～76

A New Species of the Genus *Muntiacus* from Yunnan, China

MA Shi-lai WANG Ying-xiang SHI Li-ming
(Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica, Kunming)

This paper reports a new species of the genus *Muntiacus*, according to 1 old adult male, 1 younger adult female, 1 infancy female and 3 skins collected from Gaoligong and Biluo Mountain, north-western Yunnan China. The type specimens and examined specimens are deposited in Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica, Kunming. We record it as follows:

***Muntiacus gongshanensis* Ma, sp. nov.**

Holotype: KIZ 880018, An old adult male, collected in March, 1988, from Mijiao (27°35′ N, 98°47′E), Puladi, Gongshan county, East slope of the northern sector of Gaoligong Mountain, north-western Yunnan.

Paratype: KIZ 890003, a younger adult female (with 1 ♂ foetus), collected in April, 1989, from Fugong county, west slope of the Gaoligong Mountain (elevation 3000 metres).

Examined specimens: 1 infancy female, KIZ 890002, from Fugong county, W. Yunnan, 3 adult skins (KIZ 7331; KIZ 74410 and KIZ 83001), purchased in the period 1973 to 1983, all from Gaoligong and Biluo Mountain, W. Yunnan.

Diagnosis: Body medium size, weight 16～24kg, body length 950～1045mm, the greatest skull length 194.8～205.4mm, without the tuft on the forehead, with non-obviously frontal glands and rather small chin glands (♂ 17mm × 12mm, ♀ 18mm × 9mm). The anther (71.7mm) is distinctly longer than the anther pedicel (34.5mm). The colour of the back of tail is dark-brownish, similar in tone to the back of body. The condylo-lateral processus (Fig. 1, D-e) is obviously larger than that of other species of the genus *Muntiacus*.

Remarks: The new species, Gongshan's muntjae (*Muntiacus gongshanensis*), is little similar to *M. crinifrons*, *M. feai* and *M. rooseveltorum* in colour of body, but it has no the tuft on forehead, and the lacrymal separate completely with nasal. The tone of the back of tail is not as dark as adove mentioned 3 species. *M. gongshanensis* in body and hoof size, is obviously larger than *M. reevesi*. It differs from *M. muntjak* in that the larger lacrymal pit and no lacrymal projection extending to nasal except the body dark brown. Also, the chromosomes of the new species ($2n=9$ ♂, 8♀) is same as *M. crinifrons*, not as the other 4 species of *Muntiacus*. However, according to Shi Li-ming and Ma Cai-xia (1988), the Ag-NORs sites between the new species and *M. crinifrons* are with some differences (Table 3). Phylogenetic status of the new species in the genus *Muntiacus*, based on the morphological characterize and the karyotypical structure, seems to be between *M. crinifrons* and *M. feai*.

Key words Genus *Muntiacus*, New species, Yunnan

Faunal Resources of the Gaoligong Mountains Region of Yunnan, China: Diverse and Threatened*

MA Shi-lai　HAN Lian-xian　LAN Dao-ying　JI Wei-zhi

(Conservation Biology Centre, Kunming Institute of Zoology,
Chinese Academy of Sciences, Kunming, Yunnan 650223, China)

1　Introduction

The conservation of biological diversity has latterly become an issue of great public debate, and a hot topic of concern in China as well as other countries (Ma　1993). A new journal *Chinese Biodiversity* has recently been initiated solely to examine biodiversity issues on the Chinese mainland. In particular, the conservation of biodiversity in tropical forests has aroused much concern, making such forests the 'hot-spots' within a hot topic (McNeely　1990).

Situated within China's Yunnan Province, the tropical and subtropical forests of the Gaoligong Mountains region constitute one of these 'hot-spots', the area being one of the most biologically diverse in all of China (Ma et al.　in press). It is the most zoologically species-rich in all of diverse Yunnan Province: despite its occupying only about 7% of Yunnan's total area, more than 27% of amphibian, 36% of reptile and 61% of both mammal and bird species known from Yunnan, were found in Gaoligong Mountains.

In this paper we review recent losses and population declines among mammals and birds in Gaoligong Mountains, comparing protected and non-protected areas, and using recent surveys (Ma et al.　1994, Han et al. in press, Ma et al.　in press) as a basis. We then generalize about causes for this unfortunate history of biodiversity degradation, and offer some recommendations for management of the region.

2　The Gaoligong Mountains Region

The region that is commonly referred to as Gaoligong Mountains is the farthest-west region of Yunnan Province. It is situated at the southern edge of the eastern Himalaya, and the western part of the Hengduan (Trans-Himalayan) mountain area. Three parallel mountain ranges divide two major drainage systems, namely the Irrawaddy and Salween river systems. Gaoligong Mountains, encompassing some 28000km^2, is bordered on the east by the Salween, on the west and south by Myanmar (Burma), and on

* 本文1995年发表于 Environmental Conservation,22(3):250～258。

the north by southeastern Tibet. The geographic coordinates for the region are approximately 23°50′ to 28°30′N and 97°31′ to 99°05′E.

2.1 Biogeographic Considerations

The highest peak in the entire region. Ga'agapu Mountain in the northernmost section, reaches 5128m. The lowest elevation in the region, namely 210m, is found on the border with Myanmar in southwestern Yingjiang County. Thus there is an approximately 4910 metres differential between the two extremes, although elevational gradients along most slopes vary from about 2500 to 3000m.

Gaoligong Mountains has a northwestern seasonal monsoon *realm* climate; however, the change in climatic patterns (and corresponding biota) from southern, through central, to northern, sections is dramatic (Yunnan Province Editorial Group 1987). The large expanses in the southern section below 1000m elevation have a tropical or subtropical seasonal climate. Here the yearly mean temperature is 22.6℃, with yearly low and high temperature extremes of 2.0℃ and 38.5℃, respectively, and yearly mean precipitation of 2829mm. Central sections, with elevations generally of 1800～3000m, belong to the subtropical seasonal climatic realm. Yearly mean temperatures are 15℃, with yearly low and high temperature extremes of 0℃ and 31℃, respectively, and a mean yearly precipitation of 1260mm. In the northern section, elevations are generally 2000～4000m and the general climate belongs to the northern subtropical realm. Temperatures here are lower, and the yearly precipitation averages 1638mm, which is greater than in the central section, although lower than in the southern section.

The gradient of vegetation types, considered either from south to north or from low to high elevation, consists of ① tropical rain-forest; ② seasonal rain-forest; ③ subtropical seasonal evergreen broad-leafed forest; ④ semiwet, temperate, evergreen broadleafed forest mixed with patches of conifers; and ⑤ cold-climate coniferous forest (Wu et al. 1979, Jiang 1980, Liu 1989).

Represented within Gaoligong Mountains are species from the Oriental to Palaearctic biogeographic realms. There are also many unique endemic or rare plant or animal species (Zhen 1976, Wu et al. 1979, Zhang 1979, Zheng et al. 1981). To protect and conserve the region's biodiversity, three Nature reserves have been gazetted, representing respectively the northern, central, and southern, regions (Fig. 1): ① Nujiang (provincial level) Nature Reserve, with an area of roughly 2180km^2; ② Gaoligong Mountains (national level) Nature Reserve (1239 km^2); and ③ Tongbiguan (provincial level) Nature Reserve, made up of 4 discontinuous sections (342km^2) (Fig. 1 and its caption).

2.2 Administrativei Socio-economic Considerations

Gaoligong Mountains is a multi-ethnic area. The region's population includes Han. Dai. Lisu. Jingpo (also known as Kachen). Nu, Drung, and Achang, ethnic groups.

Han Chinese constitute 35%; the remaining 65% are of minority 'nationalities', of which the most numerous are Dai. Lisu. and Jingpo, in that order (Liu et al. 1982, Yunnan Mapping Bureau 1982, Li et al. 1990). However, minorities constitute majorities in most remote, mountainous areas; for example, northern Nujiang Autonomous Prefecture approaches 92% of non-Han ethnic representation.

Educational levels in small, mountain communities are typically low. Most small villages have simple one-room elementary schools with a single teacher. Primary education is usually in Chinese, regardless of the language spoken in the child's home. Educational materials are rudimentary, and the proportion of middle (junior-high) school 'graduates' are typically around 1%～2% (Table 1), with a correspondingly smaller proportion having finished upper-middle (high) school.

Table 1 Principal Ethnic Make-up. Population Size. Indicators of Educational Level. Mean Existing Household Size. Family Planning Rules. and per caput area of Irrigated Cropland for Selected Mountain Villages in non-Nature Reserve Areas of the Sudian and Guyong Sub-regions. (All data based on interviews conducted during November 1993 to April 1994)

Village Name	Main Ethnic Group	Total Population	Lower Middle School Graduates	Have Primary School?	Mean Household Size	Current Quota Children	Per Caput Irrigated Cropland/hm²
Mengga	Han	1.358	30*	Yes	—	2	0.11
Weiqiang	Lisu	117	1	Yes	8.36	3:2***	0.02
Mulonghe	Lisu	184	2	Yes	7.67	3:2	N/A****
Waku	Lisu	70	1	No	6.36	3:2	N/A****
Heinitang	Lisu	319	11**	Yes	6.02	3	0.04

* Of whom 15 had also 'graduated' from upper middle school.

* * Of whom 2 had also 'graduated' from upper middle school.

* * * Limit on children per couple (currently operational local regulations). 3:2 refers to a recent (within last 2 years) policy change from 3 to 2.

* * * * Not Applying as no irrigated land in vicinity: all crops are dryland.

Agriculture and forestry are the two primary sources of economic activity in Gaoligongshan. Tenure in forested areas is classified as 'national forest', 'collective forest', or 'private (individuals) forest'. Among the latter two types, some tracts are given over to collectives or individuals in their entirety, while others remain in public ownership but collectives or individuals are charged with their protection, and in the case of deforested tracts reforestation. In addition to timber, forests in Gaoligong Mountains produce fruit, resins, canes and teas (Liu et al. 1982, Dehong Prefecture 1986, Bai 1990).

In valleys and low-lying areas of the southern portion of Gaoligong Mountains, agriculture is predominant, with the main crops Paddy or Rice (*Oryza sativa*) and Sugar Cane (*Saccharum officinarum*). Agricultural/forestry workers make up roughly 80% ～ 90% of the regions's total population. The current agro-economic system ('responsibility system') has been in place for the past 15 years, and there has been an increase in the area of land used for

permanent agriculture in recent decades. Currently, arable production occurs on 227 000hm^2, of which Paddy field constitute 47.6%, and drylands make up the remaining 52.4%. The main dryland crops include Maize (*Zen mays*), Potatoes (*Solanum tuberosum*), Soybeans (*Glycine soja*), and Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*).

However, and importantly for forest wildlife—many mountainous areas within the region continue to sustain the traditional cultivation methods of swidden (shifting-cultivation) agriculture, albeit to differing degrees. Rotation lengths vary from 3 to 12 years, but a few villages still maintain the historical practice (Yunnan Province Editorial Group 1987) of longer (15~30 years) rotation lengths. Main swidden crops are Maize and dryland Rice [although many communities obtained a sizeable proportion of their income from Opium Poppies (*Papaver somniferum*) until the late 1950s]. These communities generally have little irrigated land (Table 1).

Most hill-groups have strong traditions of subsistence hunting. Dai and Jingpo people traditionally hunt, as do a minority of Han people. Among Lisu, hunting is a particularly important part of traditional culture, and many of the traditional Lisu deities are related to specific animals (Zhang 1992). Lisu traditionally had no specific taboos or restrictions on hunting, but rather viewed any bushmeat that they obtained as bestowed upon them by one deity or another.

Adding to the pressures on the region's biodiversity, the recent liberalization of China's economy has unleashed new forces in these heretofore remote areas. Local people, even those living in remote hill-villages, are no longer immune from the pressures felt throughout China to develop economically. In particular, local governments and many types of village-level organizations have recently increased commercial timber harvesting operations in order to enhance local revenues (at least temporarily). Taken together, the traditional pressures and those of more recent genesis have combined to put tremendous strains on the remaining biodiversity of the region.

3 Animal Species of Concern

3.1 Primates

The White-browed, or Hoolock, Gibbon (*Hylobates hoolock*) is found in India (Assam), Bangladesh, Myanmar (Burma), and western Yunnan in China. Studies of Hoolock Gibbons in the species' western range have been numerous, but little information has been published on these Gibbons in eastern Myanmar and western Yunnan. Based on direct observation and analysis of vocalization analysis. Lan (1994) identified 23 groups of Gibbons in six sub-regions of Gaoligong Mountains. He estimated that 50~100 groups still exist in Yunnan west of the Salween River, comprising 20~50 in Gaoligong Mountains Nature Reserve, 30~50 along the China Myanmar border are between Guyong and Sudian, and a few scattered groups elsewhere.

Hoolock Gibbons persist in only two types of forest: montane humid evergreen broadleaf, and subtropical monsoon evergreen broadleaf. In Gaoligong Mountains, these forests are restricted to the 2000～2800m elevational band. Gibbon groups only occur in primary forest, or in forests that have not been cut for at least an estimated 50 years. Secondary forests and those that are currently subject to selective logging (i. e. unoccupied by Gibbons) were found to have similar species-composition and food-availability, but a simpler forest structure (Lan 1994). Thus, it seems reasonable to postulate that recovery of such forests into suitable Gibbon habitat is possible, but will require many years without major disturbance.

Less than half of the existing Hoolock Gibbon population in the region is under the protection of Nature reserves. The remainder are scattered and isolated in nonprotected areas. At present, the most serious threat is habitat alteration in the form of commercial logging and expansion in the area of land under swidden agriculture. Hunting of Hoolock Gibbons also still occurs and threatens the persistence of these populations. However, most Lisu villagers have now accepted village-level prohibitions on Gibbon hunting, with the rationale that Gibbon calls are enjoyable, and help by these calls to forecast local weather.

The Slow Loris (*Nycticebus coucang*) in Gaoligong Mountains is restricted to tropical and subtropical broadleaf forests of the southern and southwestern regions. Interviews with local inhabitants suggested that Loris still inhabit a few riparian forests below an elevation of 1800m. Local folklore, maintains that Slow Loris parts provide a cure for rheumatism. Thus it remains the object of hunting pressure despite its cryptic and nocturnal nature. Scattered populations persist, but unregulated taking for medicinal use, as well as areal reductions in its required habitat, continue to threaten its future in Gaoligong-shan.

Three species of Macaque still persist in Gaoligong Mountains (*M. mulatta*, *M. assamensis*, and *M. arctoides*), but while none is endangered, all are hunted heavily (despite legal protection) because they are perceived as a menace to crops. Two species of langur are known from Gaoligong Mountains (*Trachypithecus phayrei* and *T. pileatus*), while another, *Presbytis obscurus*, possibly persists, but sightings of it are rare and indeed the status of all three species must be considered tenuous.

3.2 Carnivores

Red Pandas (*Ailurus fulgens*) in Gaoligong Mountains appear to be present in reasonable numbers, and have not yet declined to endangered levels. Northern areas within Gaoligongshan appear to have relatively high concentrations of Red Pandas, although further south their status has deteriorated considerably. Poaching still exists in each area of distribution, and skins were seen for sale in local markets on numerous occasions. We believe that overall population levels have declined seriously from those existing dur-

ing the 1970s and 1980s, and expect this decline to continue as habitats continue to be altered and hunting continues to be uncontrolled.

Both Asiatic Black (*Selenarctos thibetanus*) and Malayan Sun (*Helacrtos malayanus*) bears inhabit Gaoligong Mountains. Bears eat a wide variety of foods but are particularly attracted to Maize, a staple food of hill agriculturalists. For this reason, hill tribesmen almost universally treat them as enemies, and have developed a wide variety of techniques to kill them. Most local agriculturalists seem to feel that it would be best if bears could be extirpated. But despite their prominence in the minds of local residents, we encountered no sign of either species in the wild, and available evidence suggested that bear populations are quite low.

The historical range of the Tiger (*Panthera tigris*) includes Gaoligong Mountains, and evidence suggests that a very few may occasionally use the area. In 1983, a Tiger was poisoned near Guyong after having killed some domestic livestock. However, we did not collect any direct, or more recent indirect evidence of Tiger presence. Hunters interviewed all agreed that, if present at all, they were certainly rare.

The Binturong (*Arctictis binturong*, family Viverridae) is generally restricted to tropical forests. In Yunnan, it is known from the Tongbiguan Nature Reserve within the Gaoligong Mountains region. We did not document the presence of this species directly, but did receive some reports—of uncertain reliability—of its presence. It evidently survives, but with increasing shrinkage of primary tropical forests, its situation must be described as precarious.

3.3 Artiodactyls

Five species of deer have been recognized from the Gaoligong Mountains region: Sambar (*Cenvus unicolor*), Tufted Deer (*Elaphodus cephalophus*), Red or Indian Muntjack (*Muntiacus muntjak*), Gongshan Muntjack (*M. gongshanensis*) and Hog Deer [*Cervus* (= *Axis*) *porcinus*]. Of these, Red Muntjak and Tufted Deer are the commonest and most widely distributed within Gaoligong Mountains. The Gongshan Muntjak, first discovered in 1988 and described in 1990 as separable on the basis of its unique karyotype (Shi et al. 1988, Ma et al. 1990), appears to survive in reasonable numbers. These last three all inhabit secondary, as well as primary forests, and thus tolerate considerable habitat disturbance. Based on the lack of observations and on accounts from local hunters. Sambar appear to have virtually disappeared from their former ranges in the southern portion of Gaoligong Mountains, although they persist in the north. Hog Deer, formerly documented from Ruili county in the south, have seemingly now completely disappeared there.

Gaur (*Bos gaurus*) are known historically from southern sections of Gaoligongshan, but currently they have evidently been extirpated from most low-elevation areas, although remnant populations still survive in relatively lightly-populated, mountainous

regions where wanderers have crossed the Myanmar border. Takin (*Budorcas taxicolor*) were once widely distributed throughout Gaoligong Mountains (their southernmost extent). They are still relatively abundant along the main, central spine of the Gaoligongshan range, but have been virtually extirpated elsewhere. Red Goral (*Naemorhedus cranbrooki*) are only known from high-elevation areas in the extreme north of Gaoligongshan (Ma et al. 1995). Their numbers appear to be quite low, and hunting has not yet been controlled, so that the outlook for this small population appears bleak (Ma et al. 1995), Goral (*Naemorhedus goral*) and Blue Sheep (*Pseudois nayaur*) are also distributed in extreme northern Gaoligong Mountains, where both persist in very low numbers.

3.4 Other Mammals

Asiatic Elephants (*Elephas maximus*) are known historically from Gaoligong Mountains. and were documented near the Myanmar border as recently as 1976. However, our surveys failed to turn up any evidence of their continued existence in our area. It is said that Gaoligong Mountains also supported Sumatran Rhinoceros (*Dicerorhinus sumatrensis*) until the early 1950s (Wang et al. 1990), but now even the oldest, most experienced hunters consulted can recall no evidence of them.

Because of their dependence on old-growth tropical forests, the Giant Squirrel (*Ratufa bicolor*) and the sympatric Yellow-throated Marten (*Mantes flavigula*) may serve as indicators of the health of these habitats. For both are sensitive to habitat alterations, and thus are apt to be lost as habitats are modified. Historically, Giant Squirrels in Gaoligong Mountains had been recorded, only from Tongbiguan Nature Reserve. Thus our recent observation of Giant Squirrels in unprotected forests in Yingjiang County (Ma et al. 1994) was heartening, and tended to confirm our judgement that some of these forests had been conserved well by local Lisu people. Conversely, we failed to find any evidence of Giant Squirrels in more southerly areas, including some within the Tongbiguan Nature Reserve.

3.5 Pheasants

Twenty species of Phasianidae are known from Gaoligong Mountains (Table 2). Because most species are both hunted and dependent on mature forests, they are especially vulnerable to decline.

Table 2 Pheasanidae Documented from the Gaoligong Mountains region

Scientific (Latin) Name	Common English Name
1. *Tetraophasis obscurus*	Pheasant Grouse
2. *Francolinus pintadeanus*	Chinese Francolin
3. *Arborophila torqueola*	Common Hill-partridge
4. *Arborophila rufogularis*	Rufus-throated Hill-partridge

续表

Scientific (Latin) Name	Common English Name
5. *Arbtorophila atrogularis*	White-cheeked Hill-partridge
6. *Bambusicola fytchii*	Bamboo Partridge
7. *Ithaginis cruentus*	Blood Pheasant
8. *Tragopan satrya*	Crimson Tragopan
9. *Tragopan blyhii*	Blyth's Tragopan
10. *Tragopan temminckii*	Temminck's Tragopan
11. *Lophophorus sclateri*	Sclater's Monal
12. *Lophura nycthemera*	Silver Pheasant
13. *Lophura leucomelana*	Kalij Pheasant
14. *Gallus gallus*	Red Jungle-fowl
15. *Pucrasia macrolopha*	Koklass Pheasant
16. *Phasianus colchicus*	Common Pheasant
17. *Syrmaticus humiae*	Black-necked Long-tailed (Hume's) Pheasant
18. *Chrysolophus amherstiae*	Chinese Copper (Lady Amherst's) Pheasant
19. *Polyplectron bicalcaratum*	Grey Peacock Pheasant
20. *Pavo muticus*	Green Peafowl

Within Gaoligong Mountains, the Grey Peacock Pheasant (*Polyplectron bicalcaratum*) appears to be limited to the forested, mountainous sections in the 250～1100m elevation band of the southern portion of Yingjiang County. We recorded only a single direct observation of it in 309 field-days during 1992～1994 (Ma et al. 1994). Although local people maintain that Grey Peacock Pheasants are locally common, the fact that we saw only a single pair makes us suspect that current numbers are quite low.

The known distribution of Sclater's Monal (*Lophophorus sclateri*) in Yunnan is limited to the Gaoligong Mountains and Nujiang reserves. We observed considerable hunting activity by local people (including the use of snares) in areas within the Nujiang Nature Reserve during 1990 and 1992. Local people informed us that, while in the past it was relatively common to encounter flocks of 20～30. Sclater's Monals are now rarely seen, and flock-size is more likely to involve only 3～5 birds. Thus, this species appears to be under heavy pressure in the northern section of its range. It is faring somewhat better within the Gaoligong Mountains Nature Reserve, where protection has been more effective and where incursions by local people are fewer than in the north.

It appears that the current distribution of the Blacknecked Long-tailed (Hume's) Pheasant (*Syrmaticus humiae*) in Gaoligong Mountains is restricted to areas including, and south of Tengchong County. The major portion of this area is unprotected by Nature reserves. The species is hunted by local people and, in general, is not receiving the protection it requires. Its total population cannot be estimated, but appears to be quite low. We believe the status of Hume's Pheasant in this region is precarious, and that it

could easily become extirpated if effective conservation measures are not adopted soon.

3.6 Hornbills

The other avian group of most popular conservation interest are the hornbills. Past records of hornbills from Gaoligong Mountains include Malabar Pied Hornbill (*Anthracoceros malabaricus*) and Great Pied Hornbill (*Buceros bicornis*). We made only a single observation of hornbills: 2 Great Pied Hornbills in forested habitat in the southern-most section of Tongbiguan Reserve (Ma et al. 1994). We were told a similar story by local people in a number of other sites: hornbills are occasionally seen during autumn, but only for a few days, as they fly in temporarily from nearby Myanmar, and do not nest on the Chinese side of the border.

These results suggest that hornbills in Gaoligong Mountains are rare. We note that hornbills are obligate forest-dwellers: they are dependent for both feeding and nesting on the presence of old, large trees in mature forests. As there has been a continuing decrease in the amount of such primary forest remaining within tropical areas on the Chinese side of the border (due to commercial cutting and conversion to croplands), hornbill habitat has decreased accordingly. This reduction of habitat appears to be responsible for the rarity of hornbill sightings in Gaoligong Mountains.

4 Causes for Biodiversity Loss Despite Protected Areas

4.1 Poor Placement

How well are the three Nature reserves located within Gaoligong Mountains, relative to species richness and human density? Contrary to the ideal strategy, the proportion of total land in reserves shows negative, rather than positive, correlations with species richness (Ma et al. 1994). For example, stratified by elevation, the proportion of land in reserves is negatively correlated with the total number of mammalian ($r = -0.685$, $P < 0.05$), avian ($r = -0.969$, $P < 0.01$), carnivore ($r = -0.759$, $P < 0.02$), and primate ($r = -0.843$, $P < 0.01$), species. Thus, areas with the highest species richness have the least nominally protected land, and *vice versa* (Fig. 1).

Reserves in Gaoligong Mountains have evidently been established where human density is lowest, namely where conflicts with established uses are minimal. The proportion of land in reserves, stratified alternatively by elevation and latitude, is negatively correlated with human population density ($r = -0.888$ and -0.956, respectively: Fig. 2). A linear regression of proportion of protected land on human density suggested that Nature reserves have not been (and perhaps cannot be) established where human density exceeds $92/km^2$ (Ma et al. 1994). Only in regions having a population density of less than $30/km^2$ did the reserve area exceed one-quarter of the total land-area.

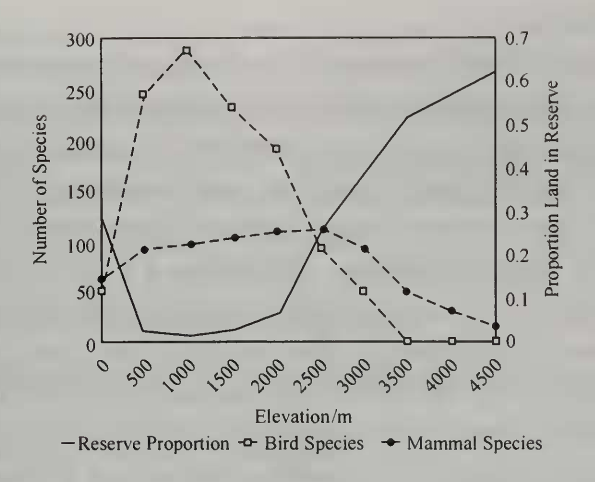


Fig. 1 Trends of species richness and proportion of total land under Reserve designation on elevational band. Gaoligong Mountains region. Yunnan

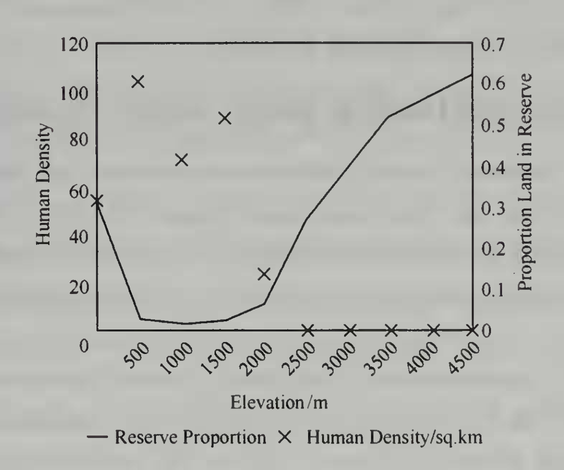


Fig. 2 Trends of human population-density and proportion of total land under Reserve designation on elevational band. Gaoligong Mountains region. Yunnan

4.2 Poor Management

Reserve staff often lacking training and financial support, spend time in 'sideline occupations' to increase their income. The primary responsibility for funding Reserve activities (even at the national-level Gaoligongshan Reserve) falls on cash-limited county-level governments. Most Reserve workers are employed only part-time, and lisle attention is focused on the main objectives of the Reserve itself (Ma et al. 1994). At some protection stations, the main task of personnel is evidently to check for proper certification of timber hauled through protected areas. We also noted a lack of border marks or signs informing people where Reserve boundaries were, or what regulations affected

land-use within Reserves.

Education of local people regarding the rationale and management of Reserves is rare. Even the one counterexample serves to illustrate the difficulties faced: in the Datana area of the Gaoligongshan Reserve, a great deal of work had gone into educating and informing local people about pertinent laws and regulations. During the late 1980s and early 1990s, the Nature reserve bureau conducted some investigations that were targeted at poaching of Takin and Sambar, and prosecuted a number of cases. Evidently, these efforts had some effect, as local residents repeatedly told us they knew of, and respected, the presence of the Reserve. Most residents knew that it was illegal to cut wood inside the Reserve, and that Takin and Bears were protected. However, while the basic concepts had been accepted, the protected status of only a few, larger species was generally known. For example, of 20 residents interviewed in Datang, 16 believed it was legal to kill such protected species as Chinese Copper Pheasants [*Chrysolophus amherstiae* (source: Zheng Zuoxin, Ed. *Birds of the World*: *Latin*, *Chinese and English Names*, Science Press. Beijing, China. 1986)], Yellow-throated Martens, and rhesus macaques (*Macaca* sp. or spp.) (Ma et al. 1994).

4.3 Pressure from Local People to Exploit Natural Resources in Reserves

Nujiang Nature Reserve benefits from its inaccessibility and large size. Thus, conversion of forest to other uses has been modest there. However, because there are essentially no enforcement personnel and hunting is virtually uncontrolled, many species must cope with mortality rates that are similar to those experienced on unprotected lands.

In the smaller, lower-elevation Tongbiguan Nature Reserve, economic pressures have already assailed the Reserve, one section having been severely affected by political events in neighbouring Myanmar (Burma). During the late 1980s, armed units opposing the government in Yangon were defeated by the tatter's forces and fled across the border into Tongbiguan, where they established a command post, including barracks, a field hospital, and an arsenal, all within the borders of the Reserve. Large expanses of primary forest were removed to provide for theses tructures, and for Firewood. When relations between the warring groups eased in the early 1990s, the command post, barracks, and hospital, were moved back to Myanmar. However, the housing and most of the new residents have remained behind in the Reserve.

In another section of Tongbiguan, a formerly small village that had evidently opened up to trade with Myanmar in the late 1980s, grown into a town of over 2000 people, complete with wide streets, market, and even a movie theatre. Large areas of forest had been converted to agricultural use for rubber plantations, Sugar Cane, or thatch. Dipterocarp forests, found only in the lowest elevations of western Yunnan, had been reduced to remnants, which were common only in steep gorges and ravines.

The Gaoligong Mountains Nature Reserve appears to be the best-protected of the three. Nevertheless, it faces pressures from economic activities on surrounding lands. Below the boundary, mountain slopes and foothills are mostly collectively-owned forests, managed by local residents. These have recently come under increasing use for tobacco plantations, as local governments have encouraged development of Tobacco (*Nicotiana tabacum*) as a form of economic development. Because large quantities of wood must be obtained for building and operating tobacco-roasting houses, these collective forests have come under increasing harvesting pressure.

5 Causes for Biodiversity Loss: Unprotected Areas

5.1 Rapid Increase in Human Population

Humans and their consumption of natural resources, are the major, albeit indirect, source of biodiversity loss. The case of Nujiang Prefecture (including the middle and northern sections of Gaoligong Mountains Nature Reserve) serves as an example of recent population expansion: by the end of 1993, the Prefecture's total population (including areas to the east of the Salween River) totalled over 460 000, compared with the only 190 000 present in 1952 (an increase of 142% in 41 years). However, most of this increase has occurred relatively recently: in 1986 the increase-rate since 1952 stood at only 106% (Li et al. 1990), suggesting a more rapid rate of increase since the mid 1980s than previously. Similarly, in the early 1950s, the entire Gaoligong Mountains region's population was about 600 000, whereas we now estimate it as about 1 700 000.

This increased population has put tremendous pressure on available cultivated land, and thus much formerly wild land has been converted to carrying crops. Production has not kept pace with population and as a result, much of the region is still classified as 'impoverished' (Guo 1992).

5.2 Rush to Economic Betterment

Following the economic reforms of the late 1970s. China has greatly expanded her economy. Much attention in the West has focused on the rapid economic growth of Chinese cities, and of the southeastern portions of China. However, the more remote, rural regions have not been immune to the pressures to leap from third-world poverty to the computer age in a single bound. If anything pressures here are more intense, due to the fear of getting 'left behind' the more prosperous coastal regions. The most immediate source of wealth in Gaoligongshan is rapid liquidation of existing natural resources.

The consequence has been rapid expansion of commercial forestry in the region. At least 20 roads have recently been built, or have been improved in the past 4 years—principally for access to timber, either in Myanmar or China itself (Ma et al. 1994). Our observations suggest that this level of commercial logging is having a substantial impact

on the area's natural vegetation. Compared with the 1980s, areas supporting primary forest have been considerably reduced, often to small fragments. Most areas now, support a mosaic of grasslands (many parts being kept in that state for livestock grazing by periodic burning). Man-made or natural pine forests, and young (<10 years old) mixed broadleaf-conifer forests. We estimate that, if current trends continue, mature standing timber outside of existing Nature reserves will have been completely harvested within the next 10 years.

Cultivation has also been pushed onto steeper terrain than was traditionally used, and periods of fallow in swidden areas hate been shortened, resulting in increases in erosion and landslides when precipitation exceeds average levels. Economic losses from recent landslides have been high. For example, losses from slides in the Sudian region in 1993 alone exceeded 2. 6 million yuan (roughly US$ 306 000 at 1994 exchange rates): yet the significance of these events seems to have gone unnoticed by both local farmers and officials.

5. 3 Lack of Reforms to Traditional Land-use Practices

In mountainous areas where wildlife and forests persist, traditional practices—such as swidden agriculture and unmonitored and unregulated hunting—still prevail widely. Areas under swidden agriculture can maintain only those species that are tolerant of early-successional-stage forests, and/or that do not require large, unbroken forested tracts. Incompatibility of some fauna with swidden agriculture is exacerbated where rotation times have been shortened, as has been done in many areas in recent years. While it may be that traditional swidden practices are stable from a soil fertility viewpoint, they are not compatible with the maintenance of a broad range of native species.

The traditional reliance on bush-meat for supplemental protein is still strong, particularly among the Lisu. It is commonly said that 'a Lisu man can never be parted from three items: his satchel, his knife, and his gun'. Recently, with increased population and economic activity in nearby lowlands. Lisu can hunt not only for their own families but also for cash, by selling to restaurants or wealthier valley dwellers. Unfortunately, their hunting tradition seems not to have been accompanied by a conservation ethic, or if it once was present, the ethic has long-since been lost. Under low human population densities, the oft-repeated practice of 'shoot it if you see it' may have had little impact on wildlife population levels. Now, the practice must be revised to prevent the Lisu bush-meat tradition from being lost—not for reasons of cultural transition but simply from lack of meat.

One difficulty in altering practices of hill-tribe hunters is that they lack the ability to control effectively the access of others to their hunting-areas. In one case a village leader told us that there was no point in being frugal with wildlife resources because any animals that were left near the village-would simply be taken by hunters coming across

the border from Myanmar. It will be nearly impossible to foster an improved sense of community responsibility for natural resources when the home community is unable to limit access to those resources by outsiders.

5.4 Insufficient Information and Education Regarding Conservation

We know of instances in which local officials have taken wildlife laws seriously, cracking down on Takin poachers and illegal tree-fellers, levying a large fine on a local man who killed a bear, or refusing to purchase illegally captured or poached wildlife. However, these instances can be easily matched by those in which no action was taken after similar offences. More importantly, little attention has been given to disseminating information on pertinent forest and wildlife regulations. We estimate that only about 30% of local residents whom we interviewed knew anything about the national environmental protection law, national wildlife laws, nationally and provincially protected species, or the fact that all hunting within Yunnan had been (quite ineffectively) `declared illegal during the 3 years period of 1991～1993.

Some examples serve to illustrate this point. In one case, we observed a notice, posted on a collectively-owned shop, advertising interest in buying and selling tiger bone, leopard bone, monkey bone, bear gall, otter skins, otter bone, and pangolin scales, all of which are prohibited from commercial trade by national and provincial laws. In another case, it emerged that a village leader was among, the most avid hunters of the area. On his office wall was a poster produced by the provincial wildlife protection office, displaying pictures of the area's protected species. In response to our question about differentiating protected from legal to-be-taken species, he told us that he shot whatever he saw, and that local residents had the same custom—so indicating that the poster was not having its intended effect.

6 Recommendations

1) Increase the level of financial support provided to Nature Reserves. Nature Reserves operate in the public trust, and the benefits from protecting these areas accrue to all Chinese citizens. It is thus appropriate that governments should shoulder the largest share of this burden.

2) Within existing Nature Reserves, undertake comprehensive planning with the goal of identifying areas within each Reserve that should not be entered at all (for any reason), areas that should only be entered for scientific research, areas that can be opened for tourists, and areas that may be appropriate for limited economic activities by local people (and measures to monitor and control these activities).

3) Alter some Reserve boundaries to allow for local livelihoods (*e. g.* moved up to beyond the limits of existing croplands). Although such moves would reduce the total area 'protected', we believe the net effect would be positive, because remaining areas

could then be protected more efficiently than formerly, and local people would have an indication of the need for careful, agreed adjustment when matters of limited land-use ace concerned.

4) Increase the level of financial and technical support for alternative economic options in communities surrounding Nature Reserves (primarily agricultural, but possibly including direct subsidies), to compensate for the loss to their immediate economies of these natural resources.

5) Where local groups have protected primary forests outside of Nature Reserves, support and encourage these local traditions. Because increasing population and income disparity threaten even these areas, increasing support must be directed at improving, the economic welfare of these communities in ways that do not disrupt the systems which have allowed these forests to persist.

6) Where forests are under direct management by township or county authorities, plan commercial harvesting carefully, with rigid exclusion of remaining old-growth stands. A central tenet of forestry policy should recognize that softwood monocultures, although they may be a valid land-use, are not synonymous with primary old-growth, broadleaf or broadleaf-conifer mixed stands: both types of forests have value, but the values differ. Currently, Primary forests are under tremendous threat, while pine etc. stands are increasing in area. Thus, policy should favour retention of currently existing old-growth stands, with intensive commercial use only of areas that are already under commercial timber production.

7) Avoid total 'bans' of hunting in non-Reserve forests (enacting such regulations are futile, and only really exist on paper), but instead encourage scientists, forestry officials, local government officials, village leaders, and active hunters, to work together to develop practical mechanisms to monitor and control hunting at the local level.

8) Control human population growth. Efforts to limit family size must be continued and strengthened, particularly in the hill areas. Ultimately, all other efforts will be frustrated if the number of people making demands on Gaoligong Mountains's resources continues to rise.

7 Acknowledgements

The work was funded by the MacArthur Foundation (USA), and made possible through the administrative support of the Kunming Institute of Zoology of the Chinese Academy of Sciences and the Wildlife Conservation Society (New York Zoological Society). We received the active support and assistance of the Yunnan Forestry Bureau, Yunnan Wildlife Protection Office, Yunnan Committee on Protection of Flora and Fauna, Yunnan Foreign Affairs Office, Nujiang Autonomous Prefecture Office for the Protection of Flora and Fauna. Dehong Autonomous Prefecture Forestry Bureau, Nujiang Autonomous Prefecture Forestry Bureau, Baoshan Region Forestry Bureau, staffs of

Gaoligong Mountains, Tongbiguan, and Nujiang, Nature Reserves, as well as numerous county and township government officials and Nature-protection-station workers. For field assistance, we thank Ma Xiafang, Li Zhaoyuan, Qiu Mingjiang, Li Shouchang, Andrew Laurie, Long Yongcheng, Cheng Jinghui, Zang Jian, Li Conglian, and Dong Fushun. We also thank Chen Nan, Zhao Qikun, Zhu Jianauo, He Yuanhui, Bill Bleisch, Liu Yunhua, Peng Yanzhang, Wang Yingxiang and Yan Lang.

8 Summary and Conclusions

We estimate that roughly one-third of Gaoligong Mountains's total area is now devoted exclusively to agriculture and other uses that preclude maintenance of biodiversity. In most cases, primary forests existing at the establishment of the three Nature Reserves have been conserved effectively. However, small-scale (but largely unmonitored and uncontrolled) tree-felling and other vegetation disturbance continues in many areas. Despite these lapses, forests are in better condition within, than outside of, established Nature Reserves. As well, the future for these forests looks brighter than for those surviving outside Reserves: at the very least, county governments are not free to convert them into pine plantations.

In contrast, hunting has been reduced only slightly—much less effectively than forest cutting has been. Although it is possible to find evidence of persistence of some rare animal species, and some Nature Reserve personnel believe there are indications that sensitive and rare species are showing an upward trend, poaching of animals is still common, particularly of smaller-bodied or lesser-known species. Although it seems well established that wellknown species (*e. g.* Takin) must be strictly protected, many species at equal or greater risk of extirpation and equally protected legally (*e. g.* some species of pheasants), do not enjoy such effective protection.

Education and skill levels of staff are low. Financial support, both for salaries and equipment, are far from adequate. Educational and informational efforts in surrounding villages are lacking, even as these villages increase in size, and pressures increase for villagers to exploit whatever resources are available to them, and whether legally or not.

We believe that most of these specific problems facing Gaoligong Mountains's Nature Reserves reflect a deeper, more fundamental policy-flaw, Nature Reserves are intended to protect resources that benefit not only the local community, but all of China and ultimately the world. However, such protection has its costs, including the opportunity cost of not being able to exploit these resources for immediate economic gain. These costs currently fall disproportionately on local people, and are not shared by all the country's citizens. For these Nature Reserves to succeed in their objective of conserving resources of national or even wider significance, support from higher levels is needed. Excessive reliance on local governments to support the Reserves themselves, and

on local people to bear the brunt of opportunity costs, is an unreasonable and therefore unwise strategy.

Problematic as Nature Reserve management is wild resources in the roughly 87% of Gaoligong Mountains that lacks formal protected status are in a yet more precarious state. There has been some progress in protecting forest habitats in some sub-regions. Some forests are being reclaimed, some areas are being conserved for watershed protection, and some relatively small patches of untouched forest remain outside of Nature Reserves, in both national and collectively-owned forests. However, the general tendency has been to simplify ecosystems and weaken ecocomplexes, to convert lowland forests to agriculture, and to use upland forests for commercial production of wood for various purposes such as dimension lumber, plywood, charcoal, firewood, and local housing needs. For wildlife, this means that species for which secondary forest and/or opened-up areas provide adequate or optimal habitat, have usually persisted. In contrast, species with little tolerance of disturbance, little ability to withstand exploitation, and/or that require old, mature forests, have fared poorly or even disappeared.

Regardless of the status of a sub-region's forests, there has been little progress in protecting animal wildlife directly from over-hunting. Effective systems that control the level of hunting have yet to be initiated, much less become truly effective. Thus, even in areas with adequate vegetative habitat characteristics, many animal species are continuing to decline.

References

Bal Y Y. 1990. A development programme on forestry in Nujiang Prefecture (Years 1991～2000) (in Chinese). in Nujiang Prefecture Government and Yunnan Institute of Geography. Nujiang Preteeture. China. 343～365

Deuong Prefecture. 1986. General Situation in Dehong Dai and Jingpo Nationalities Autonomous Prefecture (in Chinese) . (Dehong Prefecture Editorial Group.) Dehong People's Publishing House. Mangshi. Yunnan. China

Guo L X. 1992. Poverty-A Problem Facing Human Beings: A Study of Poverty Types in the Minority Areas of Yunnan Province (in Chinese). Chinese Science and Technology Press. Beijing. China: 204

Han L X, Yang. L. (in press). Survey Report on Birds in Southern Dulongjiang Valley, western Yunnan. China (in Chinese). In: Zhao W C, Li H. Study on the Resource and Environment in Dulongjiang Valley. Yunnan Science and Technology Press. Kunming Yunnan. China

Jiang H Q. 1980. Distributional characteristics and regional regularity of Yunnan vegetation (in Chinese). Acta Botanica Yunnanica. 2 (1～2)

Lan D Y. 1994. Distribution. numbers. habitat. and conservation of Hoolock gibbons in western Yunnan. In: Qiu M J, Lan D Y, Zhu J G. Academic Symposium of the Young Field Biological Investigator Program (in Chinese). Kunming Institute of Zoology. China. 62～80

Li H G, Huang R. 1990. Study on the population problem and development strategy in Nujiang Prefecture (1991～2000) (in Chinese). Problems and Strategies in Nujiang Prefecture Yunnan Institute of Geography. Nujiang Prefecture China. 165～176

Liu D Y. 1989. Nature Reserves of Yunnan Province (in Chinese). China Forestry Press. Beijing. China

Liu. F X, Zhang Z B. 1982. Annals and Place-names of Tengchong County. Yunnan (in Chinese). Tengchong Government. China

Ma J R. 1993. The conservation of biodiversity and the nature reserves. Chinese Biodiversity. 1(1): 43～54

Ma S L, Wang Y X, Shi L M. 1990. A new species of genus *Muntiacus* from Yunnan. China (in Chinese). Zool. Res, 11(1): 46～53

Ma S L, Man L X, Chen Z P. 1995. The recent status and appraisal of economic birds and mammals in Drung River area. In: He D M, Hu G, Gao Y X, et al. The Becoming of Man and Nature Complex System in High Mountain and Deep Gorge Areas. Yunnan Nation Press. Kunming. Yunnan. China

Ma S L, Chen Z P, Wang Y X. (in press). A survey of the mammalian fauna in Dulong River area (in Chinese). In: Zhao W C, Li H. Study on the Resource and Environment in Dulongjiang Valley. Yunnan Science and Technology Press. Kunming. Yunnan. China

Ma. S L, Han L X, Lan D Y. 1994. Bird and Mammal Resources. and Nature Conservation. in the Gaoligongshan Region of Yunnan Province. Kunming Institute of Zoology. China. 116

Mcneely J A. 1990. Conserving the World's Biodiversity. Chinese Ed. 1992 (W. J. Ma Chief Translator). Science and Technology Press. Beijing. China: 94.

Shi L M, Ma C X. 1988. A new karyotype of muntjak (*Muntiacus* sp.) from Gongshan County in China (in Chinese). Zoological Research. 9: 345～347

Wang Y X, Wang W M. 1990. Report of investigation on mammals in Lushui. Gaoligongshan. in: Collections of Investigations on Gaoligongshan Nature Reserve (Lushui Part). Vol. 2 [in Chinese]. (Ed. Gaoligongshan Nature Reserve Investigation Group): 293～319

Wu Z Y, Zhang J Y, Li C. 1979. The regionalization of Chinese flora (in Chinese). Acta Botanica Yunnanica. 1 (1):1～21

Yunnan Mapping Bureau. 1982. Yunnan Atlas (in Chinese)

Yunnan Province Editrorial Group. 1987. Investigations Into the Social History of Yunnan Minority Groups (Part II): Five Types of National Minority Series (in Chinese). Yunnan People's Publishing House. Kunming. China

Zhang J Z. 1992. Dehong Religions (in Chinese). Dehong Dai. Jingpo Autonomous Region Publishing House. Mangshi. China: 343

Zhang Y Z. 1979. The Physical Geography of China (*Zoogeography*) (in Chinese). Science Press. Beijing. China: 121

Zheng Z X. 1976. Distributional List of Chinese Birds (Revised Edn) (in Chinese). Science Press. Beijing. China: 1218

Zheng Z X, Feng Z J, Zhang Y Z et al. 1981. On the land-vertebrate fauna of Qinghai-Xizang Plateau with Considerations Concerning its History of Transformation. Memoirs of Beijing Natural History Museum. 9: 1～21

高黎贡山鼠兔一新种*

王应祥[1] 龚正达[2] 段兴德[2]

(1 中国科学院昆明动物研究所)

(2 云南省流行病防治研究所)

关键词 新种，鼠兔，高黎贡山，云南

1985 年 10 月，云南省流行病防治研究所调查队在云南西北部高黎贡山北段的贡山地区相继采到 3 只体色特殊的鼠兔，经与该属各已知种比较均不同，鉴定为一新种，描述如下。

高黎贡山鼠兔，新种 *Ochotona gaoligongensis* sp. nov.

正模标本

采集号 107，♂(成)，1985 年 10 月 16 日分别采自东哨房（27°45′N，98°27′E)，海拔 2950m。

副模标本

采集号 90 号，♀（成)；87，♂(成)，同年 10 月 15 日分别采自正模标本产的。

上述标本保存于云南省流行病防治研究所。

鉴别特征

体形大小和头骨的基本特征与灰颈鼠兔（*O. forresti*）相似，但头、颈为浓锈褐棕色；体背多黑，头骨低平；鼻骨较长且侧缘平行，下颌关节支较宽阔。

描述

吻周、颏喉部淡灰色，鼻周淡黑色。鼻背有一纤细的黑褐色短纹。面部、额、颈和前肢外侧均为浓锈褐棕色，枕、颈背中央略深于面侧和颈侧。耳后隐有一棕色黄色小斑。耳背基部的毛较长，覆于耳壳之上，纯黑色。耳缘灰白色。耳基前缘的掩耳毛束淡棕黄色。前肩毛色较浅，似隐现浅色的“项圈”。背部和腰背部棕黑色。喉、胸腹大部和前后外侧锈棕褐色。前后肢内下侧和鼠鼷部淡白色。背腹交界处锈褐棕色。掌毛淡褐灰色，蹠毛褐黑色。手背和足背棕灰色。趾垫小，腕垫隐于毛被之中，所有脚垫均为肉黄色。须较短，约 50mm，向后接近耳壳后缘。

---

* 本文 1988 年发表于《动物学研究》，9(2)：201～207。

头骨。弧度较小，额骨和顶骨低平。鼻骨两侧接近平行，鼻骨长为颅全长的33.5%～35.0%；鼻骨后缘中央微向前凹。额骨低平，且略低于顶骨，前方无卵圆孔。顶骨中部微隆起（为脑颅最高点）。上枕骨略向后下方倾斜，其中央嵴前部较为隆突。约与顶骨最高点等高，颅高13.1～13.3mm，为颅全长的33.8%～34.0%，后头宽的70.2%～72.8%。腭孔和门齿孔合并为一大孔，呈提琴状或葫芦形，两侧缘呈波状起伏（副模标本N087号的孔缘仅略有波纹）。基枕骨较为狭窄，前后宽度接近相等，听泡间的基枕骨宽2.3～2.8mm。听泡较大，听泡长10.1～10.90mm。颊齿较小而窄，M^1宽2.2～2.4mm，M_1宽1.5mm。

量度见表1。

表1　高黎贡山鼠兔的外形和头骨测量（单位：mm）

项目	正模标本	副模标本	
	107（♂）	90（♀）	87（♂）
体长	165	174	170
后足长	28	29	30
耳长	20	21	21
	38.5	—	39.4
颅基长	36.4	—	36.9
鼻骨长	12.9	12.5	13.8
额宽	19.5	20.2	19.7
齿隙	8.2	8.6	8.9
后头宽	18.0	—	18.9
上颊齿	6.8	7.0	7.0
下颊齿	6.8	6.9	7.0

讨论

新种的门齿孔和腭孔合并为一大孔，隶属于鼠兔亚属（*Ochotona*）。这一亚属已载过12种，其中伊犁鼠兔（*O. iliensis*）、柯氏鼠兔（*O. koslowi*）、褐鼠兔（*O. rufescens*）、喜马拉雅鼠兔（*O. himalayana*）、大耳鼠兔（*O. macrotis*）和灰鼠兔（*O. roylei*）体形较大，颅全长42mm以上，额骨显著隆突，大耳鼠兔和灰鼠兔额骨前方尚具卵圆孔，与本种很有区别；藏鼠兔（*O. thibetana*），间颅鼠兔（*O. cansus*）和狭颅鼠兔（*O. thomasi*）体形较新种为小，颅全长仅为32.8～38.8mm，颧弓宽不及18.3mm，门-腭孔边缘无波形，头颈色基本上与体背同色，也与新种有别；达乌尔鼠兔（*O. daurica*）和黑唇鼠兔（*O. curzoniae*）大小与新种近似，但额骨明显隆突，头颈部与体背同色，下体无褐棕色调，门-腭孔与藏鼠兔一致而与新种亦有区别（图1和表2）。

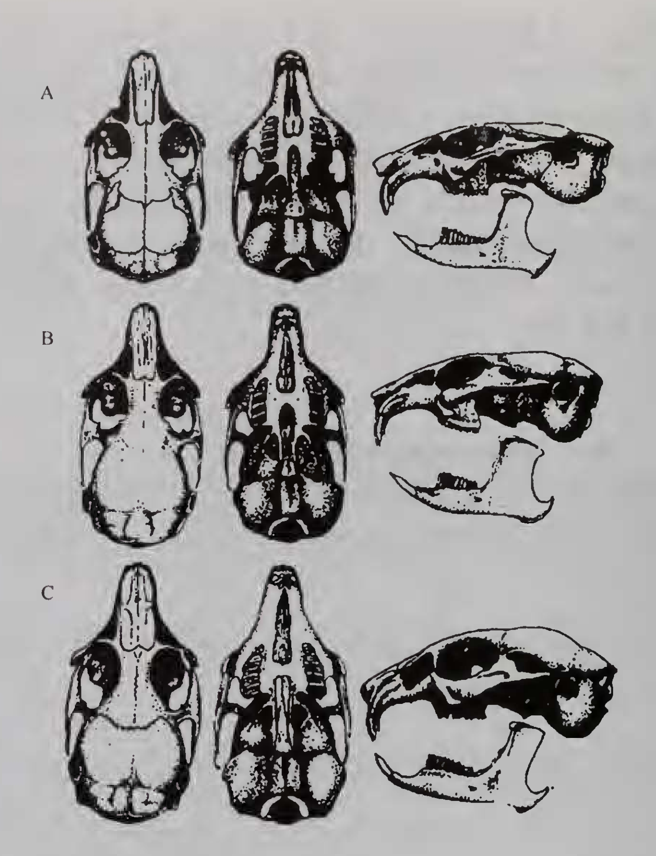


图 1　灰颈鼠兔（*Ochotona forresti*）（A）；高黎贡山鼠兔（*Ochotona gaoligongensis* sp. nov.）（B）；喜马拉雅鼠兔（*Ochotona himalayana*）（C）

表 2　高黎贡鼠兔与鼠兔亚属已知种头骨特征的比较

种名	额骨	额骨的圆孔	门-腭孔	额全长	额形
伊犁鼠兔 *O. iliensis*	较隆突	无	梨形	(44.0～45.1)	(24.3～26.4)
大耳鼠兔 *O. macrotis*	隆突	有	—	44.8(42.4～46.1)	22.3(21.8～22.6)
灰鼠兔 *O. roylei*	—	—	—	44.5(43.3～46.3)	22.9(22.2～23.8)
柯氏鼠兔 *O. koslowi*	甚隆突	无	—	(4.0～46.2)	(25.3～27.2)
褐鼠兔 *O. rufescens*	较隆突	—	—	(45.0～52.0)	(22.8～24.6)
喜马拉雅鼠兔 *O. himlayana*	隆突	—	—	42.9(42.1～43.1)	21.4(21.1～21.7)
达乌尔鼠兔 *O. dourica*	隆突	—	—	42.5(39.0～43.6)	20.7(17.7～21.5)

续表

种名	额骨	额骨的圆孔	门-腭孔	额全长	额形
黑唇鼠兔 *O. curzoniae*	—	—	—	40.0(35.7～40.5)	20.3(17.7～21.5)
灰颈鼠兔 *O. forresti*	微隆突	—	提琴形或葫芦形	38.8(37.0～40.5)	19.5(18.6～20.2)
高黎贡山鼠兔(新种) *O. gaoligongensis*	低平	—	—	30.0(38.5～39.5)	19.8(19.5～20.2)
藏鼠兔 *O. thibetana*	较低平	—	梨形	36.5(32.8～38.8)	17.6(16.6～18.3)
间颅鼠兔 *O. cansus*	—	—	—	35.5(33.4～36.1)	16.0(15.4～16.2)
狭颅鼠兔 *O. thomasi*	—	—	—	33.8(32.3～36.1)	14.8(14.3～15.2)

在 *Ochotona* 亚属中，从门-腭孔的形状、体形大小，额骨不隆起亦无卵圆孔以及颧宽与颅全长的比例与新种相似的唯有灰颈鼠兔（*O. forresti*），但后者与新种的明显差异在于：

（1）灰颈鼠兔的头颈大部与体背同色，但新种全为浓锈褐棕色且明显异于背色，此特征亦异于鼠兔亚属各种（褐鼠兔除外）。

（2）新种体背黑棕色，既异于灰颈鼠兔的茶褐色或茶黄色，也远较本亚属各已知种深黑。

（3）灰颈鼠兔的耳背褐色而非新种的黑色。

（4）灰颈鼠兔的背腹交界处无锈棕褐色缘纹。

（5）灰颈鼠兔的额骨和顶骨较为隆突，颅高 14.2(13.5～15.0)mm，脑颅顶点位于顶骨前部；新种额骨低平，颅高 13.1(12.5～13.8)mm，脑颅顶点位于顶骨中后部。

（6）灰颈鼠兔鼻骨较短，仅 11.9(11.3～12.9)mm，后部较前部为窄，鼻骨后宽 3.8(3.4～4.6)mm；新种鼻骨长 13.1～13.8mm，侧缘近乎平行，鼻骨后宽 5.2(4.9～5.3)mm。

（7）灰颈鼠兔的基枕骨宽阔（特别是后部），最窄处的泡间宽 3.4(3.1～4.0)mm；新种仅为 2.3～2.8mm。

（8）灰颈鼠兔听泡较小，听泡长 9.3(8.8～10.1)mm；新种为 10.1～10.9mm。

（9）新种的下颌关节突支宽阔，关节突下的最小宽度为 5.0～5.8mm；灰颈鼠兔仅 4.6(4.1～4.8)mm。

在高黎贡山北段地区，新种和灰颈鼠兔、藏鼠兔同域分布，但形态明显不同，确系一新种。

地理分布

迄今仅见于模式标本产地。

对比标本

大耳鼠兔（*O. macrotis*）四川德格（2♂♂，6♀♀），云南德钦（1♂，1♀）；灰鼠兔（*O. roylei*）；云南德钦（7♂♂，3♀♀）；喜马拉雅鼠兔（*O. himalayana*）西藏聂拉木（3♂♂♂，5♀♀）；灰颈鼠兔（*O. forresti*）云南贡山、泸水（12♂♂，7♀♀）；藏鼠兔（*O. thibetana*）四川宝兴、康定、稻城、美姑、石棉（5♂♂，10♀♀）；间颅鼠兔（*O. cansus*）四川马尔康、道孚（5♂♂，4♀♀）；狭颅鼠兔（*O. thomasi*）四川德钦格（9♂♂，9♀♀）；达乌尔鼠兔（*O. dourica*）四川德格（1♂），青海共和（1♂）；内蒙四子王旗（3♂♂，4♀♀）；黑唇鼠兔（*O. curzoniae*）四川石渠、德格（19♂♂，26♀♀）；青海玉树（1♀）。

主要参考文献

冯祚建. 1973. 珠穆朗玛峰地区鼠兔一新种的记述. 动物学报，19(1)：67～75

冯祚建，高耀亭. 1974. 藏鼠兔及其近似种的分类研究——包括一新亚种. 动物学报，20(1)：76～87

李维东，马勇. 1986. 中国鼠兔的研究——分类与分布. 兽类学报，9(4)：269～289

Allen G M. 1938. The Mammals of China and Mongolia. Part I. Amer Mus (Nat Hist) New York，524～557

Corbet G B. 1978. The Mammals of the Palearctic Region: a Taxonomic Review. Brit Mus (Nat Hist). Corncll Uni Press，London and Ithaca.

Gureev A A. 1964. Fauna of the USSR (Lagomorpha). Moscow-Leningrad，3(10)：232～265 (In Russian)

Honacki J H，Kinman K E，Koeppl J. 1982. Mammal Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference. Inc Assoc Syst Coll Kansas，595～597

Kawamichi T. 1971. Daily Activities and Social Pattern of Two Himalayan Piksa，*Ochotona macrotis* and *O. roylei*，Observed at Mt. Everast. Jour Foc Sei Hokaido Univ. Japan Ser. II

A New Species of Ochotona (Ochotonidae，Lagomorpha) from Mt. Gaoligong，Northwest Yunnan

WANG Ying-xiang[1]　GONG Zheng-da[2]　DUAN Xing-de[2]

(1 Kunming Institute of Zoology，Academia Sinica)

(2 Control and Research Institute of Epidemic Diseases of Yunnan)

Abstract This paper presents description of a new species of *Ochotona*，collected from Mt. Gaoligong，Northwest Yunnan. The type specimens are kept in the Control and Research Institute of Epidemic Diseases of Yunnan，Dali. Diagnosis of the new species is given as follows:

Ochotona gaoligongensis Wang et Gong，sp. nov.

Holotype: No. 107，male (ad.)，collected on October 16，1985，from Dongsaofang (27°45′N～98°278E)，Gongshan Co.，northwest Yunnan，alt，2950m.

Paratypes: No. 90, female (ad.) and No. 87, male (ad.), collected on October 15, 1985, from the same locality as the holotype.

Diagnosis: The new species is similar to *Ochotona forresti* in size and main characters of skull, it distinguished from latter chiefly by its head and neck brilliant brown rufous, back dull rufous-black; by its flattened skull in profile, nasal bones longer and with broader posterior, and processus condylaris broader in Mandibula.

Remarks: The present new species belongs to subgenus *Ochotona* by its palatal and incisive foramina completely confluent. The new species is closely similar to *O. forresti*, by its violin-shaped palatal-incisive foramina, lacking small vacuities at the anterior end of frontals, flattened in profile of skull, size medium and well developed claws, but distinctly differ from other of this subgenus. It is dstinguished from *O. forresti* by the following points:

(1) Its head and neck is entirely brilliant brown rufous and forms distinguished colourations with back dull rufous-black, against same colourations of head, neck and back on latter.

(2) Its back is duller than latter, on *O. forresti* the back tinged with dull greyish brown, or rufescent brown.

(3) Its back of car is black against brown-rufous on latter.

(4) The juncture of under surface and flank tinged with brown-rufous against absent on latter.

(5) The skull is lowered and flattened in profile, depth of skull 13.1(12.8~13.8) mm, against 14.2 (13.5~15.0)mm on latter.

(6) Nasal bone are relatively longer and with broader posterior than that of latter, nasal length 13.1(12.5~13.8)mm against 11.9(11.3~12.9)mm, the width of nasal posterior 5.2(4.9~5.3)mm, against 3.8(3.4~4.6)mm.

(7) Basal occipital bone is narrower, the width between two bullaes 2.3~2.8mm, against 3.4(3.1~4.0)mm on latter.

(8) Bullae is relatively larger than that of latter, the length of the bullae 10.1~10.9mm against 9.3(8.8~10.1)mm.

(9) Processus condylaris in Mandibula are broader than that of latter, the last width of processus condylaris 5.0~5.8mm, against 4.6(4.1~4.8)mm.

In Mt. Gaoligong, new species distribute to same locality with *O. forresti* and *O. thibetana*, but it distinctly differ from latter.

Key words New species, Pike, *Ochotona*, Mt. Gaoligong, Yunnan

鼩蝟（*Neotetracus sinensis* Trouessart）——新亚种*

王应祥　李崇云

（中国科学院昆明动物研究所）

在整理云南高黎贡山兽类考察报告中，查阅了国内收藏的采自四川西部和云南各地的鼩蝟标本。经对比研究，判定云南西部和西南部地区的鼩蝟为新亚种，现描述如下。

滇西鼩蝟 *Neotetracus sinensis hypolineatus*，新亚种

正模标本

采集号 76310，♀（成），1976 年 12 月 6 日采自云南腾冲大塘（冷水河），海拔 2100m。

副模标本

采集号 76334，♂（成），1976 年 12 月 12 日采获，采集地与正模相同；采号 6401361，♀（成），1964 年 11 月 7 日采自云南景东磨刀河，海拔 2100m。

查看标本

腾冲 1♂；盈江 1♂；澜沧 2♂♂，5♀♀；西盟 4♂♂；景东 2♂♂，14♀♀；绿春 1♂，1♀。

上述模式标本和查看标本均存于中国科学院昆明动物研究所。

鉴别特征

形态和大小与鼩蝟片马亚种 *N. s. cuttingi* 相似。但上体暗黑色脊纹在颈背和肩部中断消失。背色多棕褐色而较鲜亮，头骨眶上突较明显。

描述

上体橄榄褐棕色。头枕和腰臀部中央区较为深黑，隐现一条暗黑色纹，但此纹在颈背和肩部中央消失而中断，故前后不相延续，个别个体甚至完全消失而缺脊纹。下体除喉部表面染茶黄色外，余均为灰白色（32 个标本中，景东有 5 个标本例外）。足背内侧深暗，外侧淡白。尾上黑褐，尾下淡白。衡量度见表 1。

---

* 本文 1982 年发表于《动物学研究》，3(4)：427～430。

表 1　外形衡量度

	体重/g	体长/mm	尾长/mm	后足长/mm	长耳/mm
正模（♀）	31	110	56	22	16
副模（♂）	33	115	67	2s	16
（♀）	40	109	69	23	15
查看标本（6♂♂，10♀♀）	34.6 （29～16）	112.0 （102～134）	64.9 （54～73）	23.7 （22～26）	18.0 （10～20）

头骨。颧弓完整、纤细。眶上突较为显著而且尖锐。眶间较宽，眶间距多数超过8mm。臼齿横宽一般大于9.5mm。齿式3.1.3.3./3.1.3.3.＝40。犬齿甚小，约与I^3、P^1或P^2等大。上犬齿仅有一个齿根。P^4前尖较为低矮钝圆。量度见表2。

表 2　头骨量度

	颅全长/mm	颧宽/mm	眶间宽/mm	臼齿模宽/mm	后头宽/mm	上齿列长/mm
正模（♀）	30.5	16.5	8.0	9.5	13.1	14.3
副模（♂）	32.6	16.0	7.9	9.5	12.6	16.7
（♀）	32.7	17.5	8.6	10.3	13.3	16.6
查看标本（6♂♂，10♀♀）	32.2 （31.6～33.0）	17.9 （16.9～19.0）	8.1 （7.6～8.6）	10.0 （9.5～10.5）	13.3 （12.7～13.6）	16.5 （15.2～17.5）

讨论

据记载，鼩蝟已有3个已知亚种，本亚种上体中央区隐现暗黑色脊纹而与云南西部的鼩蝟片马亚种（*N. s. cuttingi*）最为近似。但后者的暗黑色脊纹从头顶一直延伸到尾基而贯穿整个背部。上体主要呈暗橄榄绿色，较新亚种深暗而多黑（特别是背中央区）。下体全部染有显著的茶黄或棕黄色而非白。头骨眶上突完全退化消失。臼齿横宽相对较窄，多数不及9.5mm。两者的差别是显著的。

G. Allen（1938）和陆长坤等（1965）曾把滇西南临沧地区的鼩蝟归属于川西指名亚种 *N. s. sinensis*。如把这些地区的标本与川西峨眉山的标本进行比较，可以明显看出：川西标本上体体色均匀一致，绝不出现暗黑色脊纹，背中央区也不深于体侧。上体棕褐色调更较丰富而鲜亮，头面部几乎呈棕红色或棕褐色。下体表面均染有浓的棕黄色或茶黄色。头骨相对较宽而粗壮，8个头骨的颧宽18.1(17.5～18.6)mm，后头脑颅宽13.8(13.6～14.0)mm。与新亚种也有明显区别。

越南北部的鼩蝟沙巴亚种 *N. s. fulvescens*，据Osgood（1932）记载：体型较大，颅全长33.4～37.7mm，体长129(121～148)mm，明显大于新亚种和任何一个已知亚种。另外，沙巴亚种的下体强烈地染有棕黄色调，与本亚种也不相同。

本亚种的特征是明显的，在32个个体中，既有冬毛（采自11～12月），也有夏毛（采自5～6月）。既有幼体，也有成体或较年老的个体。除下体的灰白色有少数标本（采自景东）略有变异外，其他特征均较稳定。与上述3个已知亚种均有区别且又占据

一定的地理分布区，故可判为新亚种。

分布

本亚种仅分布于腾冲以南的云南西部、云南西南部和云南中部（景东无量山）。云南南部绿春的两个标本亦可能属于本亚种，但下体较为棕黄，上体无暗色脊纹。

生物学资料

鼩猬主要分布在我国的四川和云南。多栖于热带季雨林或亚热带湿性阔叶林，海拔高度一般不超过2400m。洞穴多在大树根下、蕨草丛或苔藓覆盖的土埂、乱石堆中。以多种小型昆虫和多汁的植物根茎为食。用小型鼠夹以鸟肉或花生作诱饵，置于经常活动的埂道附近或树根下，常能捕到它们。在高黎贡山地区，捕获率可达3%～5%。每年5～7月产仔，每胎1～3仔。

对比标本中国鼩猬指名亚种 *Neotetracus sinensis sinensis*（四川：峨眉山5♂♂，3♀♀;云南：贡山七箐3♂♂，9♀♀）；鼩猬片马亚种 *Neotetracus sinensis cuttingi*（云南：泸水片马2♂♂，3♀♀；泸水姚家坪10♂♂，12♀♀）。

主要参考文献

陆长坤，王宗炜等. 1965. 云南西部临沧地区兽类的研究、动物分类学报，2(4)：279～294

Allen G M. 1938. The mammals of China and Mongolia. Amer Mus Nat Hist New York. 40～41

Anthony H E. 1941. Mammals collected by the Vernay-Cutting Burma expedition. Publ Field Mus Nat Hist (Zool), 27：37～123

Osgood W H. 1932. Mammals of the kelley-roosevelts and delacour asiatic expeditions. Publ Field Mus Nat Hist (Zool), 10(18)：193～399

Trouessart E L. 1909. *Neotetracus sinensis*, a new Insectivora of the family Erinaceidae. Ann Mag Net Hist, 4(8)：389～391

A New Subspecies of Shrew-Hedgehog, *Neotetracus sinensis* Trouessart (Erinaceidae, Mammalia), from Yunnan, China

WANG Ying-xiang　　LI Chong-yun

(Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica)

Abstrac This paper presents a description of a new subspecies of shrew-Hedgehog, *Neotetracus sinensis* Trouessart, collected from middle and western Yunnan, China. The description of the new subspecies is given below:

Neotetracus sinensis hypolineatus, subsp. nov.

Holotype: No. 76310, female (ad.) collected on December 6, 1976, from Leng-

Shuihuo (alt. 2100m), Da Tang, Tengchong, western Yunnan.

Paratypes: No. 76334, male (ad.), collected on December 12, 1976, from the same locality as holotype; No. 640136, female (ad.), collected on December 7, 1964, from Mu-Dahuo (alt. 2100m), Jingdong, Middle Yunnan.

Holotype and two paratypes are deposited in the Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica.

Diagnosis: Most resembling *N. s. cuttingi*, but distinguishable from the latter by the pattern of its median dark stripe which is absent on the median region of the nape and upper back, by being lighter in colour and by the presence of postorbital processes on the skull. In addition, the colour of the under surface of most of the specimens is gray-drab instead of being light buffy as in the latter.

The nominate subspecies collected from Omei Shan, Sichuan differs from the new subspecies in the absence of the median dark stripe, the brownish-buffy colour of the underparts, the broader skull with zygomatic width 18.1 (17.5～18.6) mm and mastiod width 13.8 (13.6～14.0)mm.

N. s. fulvescens of northern Vietnam differs from the new subspecies in its large skull with greatest length 33.4～37.7mm and underparts washed with brownish-fulvous.

Specimens examined: *N. s. hypolineatus*, subsp. nov. 11♂♂, 20♀♀ (Tengchong and Yingjiang, western Yunnan; Ximeng and Lancang, southwestern Yunnan; Jingdong, middle Yunnan; Luchun, southern Yunnan); *N. s. cuttingi* 12♂♂, 15♀♀ (Lushui, western Yunnan); *N. s. sinensis* 5♂♂, 3♀♀ (Omei shan, western Sichuan).

高黎贡山的兽类新种和新亚种*

彭鸿绶 王应祥

（中国科学院昆明动物研究所）

1973～1974 年，中国科学院昆明动物研究所曾先后两次赴我国横断山脉最西翼的高黎贡山地区进行脊椎动物的综合考察。共采得兽类标本 1356 号。经详细地研究、对比和鉴定，发现其中的一些种和亚种属于兽类学上的新发现。将陆续整理报道。现就其中的 4 个新亚种报道如下：

1 七箐花面狸 *Paguma larvata chichingensis* Wang，新亚种

正模标本

标本号 73646，♂（成体），1973 年 12 月 11 日采于云南贡山七箐（高黎贡山东侧）。

副模标本

标本号 73312，♂（成体），1973 年 6 月 22 日采于贡山县双拉哇，海拔 1600m；标本号 73838，♀（半成体），1973 年 12 月 17 日采获，采集地与正模标本相同。

本种和后面描述的所有模式标本均保存在中国科学院昆明动物研究所兽类标本室。

鉴别特征

体形较小，颅全长约 117mm。体色深暗，体背乌黄并浓密地覆以深暗的橄榄褐色。头面部和颈部的白色斑纹与 *P. l. intrudens* 相似，但较鲜明显著。尾端常具一束白毛。

描述

头面部和颈部的白色斑纹无论冬季或夏季，成体或幼体均很显著。斑纹周围镶以黑色，黑白异常分明。鼻额部面纹从鼻端向后逐渐变宽，呈锥形，至额部突然变细，延至颈背时又复加宽并以宽纹形式延至前肩。白色的鼻额面纹绝不扩大，与面侧白斑相连。耳前区白斑的毛较短，向前伸不及眼耳间距之半。头面部和颈背除白色斑纹外均为黑色。耳背黑褐色。体背乌黄并覆以浓密的暗橄榄褐色。腹面主要呈灰白色。前后足黑色。尾基部与体躯一致，后半段纯黑但尾端常有一束白毛（73838 号副模的尾端白毛束长达 30mm）。

---

*：本文 1981 年发表于《兽类学报》，1(2)：167～176。

头骨与国内其他亚种相似，正副模标本均无矢状嵴。眶上突极微，几乎不显露出来。第 2 上臼齿（M^2）不萌发但第 2 下臼齿（M_2）存在（表 1）。

表 1　七箐花面狸量度

	性别	体重 /g	体长 /mm	尾长 /mm	后足长 /mm	耳长 /mm	颅全长 /mm	基长 /mm	口盖长 /mm	颧宽 /mm	眶间宽 /mm	眶后宽 /mm	后头宽 /mm	上裂齿 /mm
正模 73646	♂	5100	585	495	87	50	117.3	107.1	54.9	61.0	20.3	21.3	42.6	9.7×6.4
副模 73312	♂	3150	580	510	100	50	115.6	106.1	55.4	57.5	18.8	20.4	40.0	7.0×6.5
73838	♀	3800	490	425	83	49	98.0	91.6	41.2	52.0	17.4	21.2	36.0	7.0×4.3

讨论

花面狸是亚洲东南部的特有属种，亚种分化甚多。在我国境内已有 7 个亚种的分化。七箐花面狸的分布区介于 *P. l. neglecta*，*P. l. nigriceps* 和 *P. l. intrudens* 3 个亚种之间。它的头面部和颈部白色斑纹与分布在它的东面、南面的 *P. l. intrudens* 极为相似，但后者背色鲜艳，体背主要呈鲜赭黄色或赭褐色，体形也较大，头骨颅全长 121.5(119.0～126.8)mm。与新亚种有明显区别。新亚种西侧（高黎贡山西坡）独龙江河谷和泸水片古岗地区的 *P. l. neglecta*，白色面纹在额部扩张而与面侧白斑连接融合。头颈部除白色斑纹主要呈橄榄褐而非黑色。冬季颈背的白纹退化消失。体形与 *P. l. intrudens* 相似而大于新亚种，两者差异显著；新亚种西北部（西藏察隅地区和缅甸极北部）的 *P. l. nigriceps*，体背乌褐比新亚种更为深暗，头面部和颈背的白色斑纹极度退化而仅留痕迹，灰白色的鼻额面纹隐现出仍然是与面侧白斑相连接的类型，与新亚种也有差别。

我国的花面狸除上述 3 个亚种外，尚有 *P. l. laruata*（闽广地区）、*P. l. taivana*（台湾），*P. l. hainana*（海南岛）和 *P. l. rivalis*（长江中下游及其以北地区）4 个亚种。其中 *P. l. larvata* 体背较亮，体侧多灰黄色，颈背白纹极细窄仅呈线条状甚至消失；*P. l. taivana* 体形最小，颅全长仅 100mm 左右，颈侧和喉部的白色领纹缺失；*P. l. rivalis* 体色最淡，几乎呈淡灰白色或浅黄色，头骨眶间距较宽，多数超过 23mm；*P. l. hainana* 体背鲜赭褐色，头骨较小，颅全长 109.7(106.8～114.0)mm。这 4 个亚种均与新亚种有别。

分布于国外的亚种，在中南半岛南部和印度尼西亚一带的计有 *P. l. janetta*，*P. l. robusta*，*P. l. jourdenii*，*P. l. leucomytax*，*P. l. ogilbyi* 5 个亚种，体色都较新亚种鲜亮。体形也较大，颅全长大多超过 120mm。耳前区白斑的毛较长，向前伸时超过眼耳间距之半；尼泊尔和克什米尔一带的 *P. l. wroghtoni*，*P. l. grayi* 和安达曼岛的 *P. l. tytlerii*，其鼻额面纹均与面侧白斑相连接而与 *P. l. neglecta* 和 *P. l. nigriceps* 亚种相似，都与新亚种有别。

地理分布

本亚种目前仅在怒江河谷两岸（高黎贡山东侧和碧罗雪山西侧）发现。

生态资料

3 个模式标本均在鸡嗉子树（*Dendrobenthania capitata*）和杏树下用铁夹捕获。胃内食物全是鸡嗉子果和杏子。正模标本捕获时，阴基龟头上有许多乳白色精液溢出。据此，在高黎贡山地区，12 月中旬已进入发情交配期。据访问了解，4～5 月可见幼仔出生。

对比标本

P. l. intrudens（云南南部、中部西部和东部 10♂♂，3♀♀，31 皮；四川西部 8，贵州南部 4；广西西南部 2）；*P. l. neglecta*（云南西北部 3）；*P. l. nigiceps*（西藏察隅 3）；*P. l. larvata*（广东 3♂♂，8♀♀，6 皮；福建 9 皮；浙江 5 皮）；*P. l. hainana*（海南岛 3♂♂，3♀♀，7 皮）；*P. l. rivalis*（四川东部 20 皮，陕西 2，安徽 1，上海 3，北京西郊 5）。

2　暗色大鼯鼠 *Petaurista petaurista nigra*，Wang 新亚种

正模标本

标本号 73744，♂（成体），1973 年 12 月 12 日采于贡山县七箐地区，海拔 1900m。

副模标本

标本号 73745，♀（成体），采集日期和地点同正模标本。

查看标本

15 皮（贡山县怒江河谷 7，碧江 2，六库 2，维西 3）。

鉴别特征

大小和斑纹与 *P. p. yunanensis* 相似，但体色深暗，背部呈暗栗黑色，耳背黑栗色，腰臀部的灰白色麻点稠密，形若白霜。头骨眶间距较宽，超过 18.2mm，约为颅全长的 24%。

描述

上体（包括翼膜、股膜）主要呈暗黑栗色。从头顶到尾基（包括肩侧和臀侧）均散生灰白色小麻点。头、颈和背部的小麻点少而稀，其浓密程度与 *P. p. yunanensis* 的腰臀部相似，但本亚种腰臀部的小麻点更为丰富，形似一层薄霜。吻鼻周围、眼周、肩膜、股膜边缘和足背均为黑色。下体灰白到毛基，但胸腹中央有程度不同的黄棕色或浅黄色渲染。

阴茎骨形状、大小与 *P. p. yunanensis* 相似。雌性乳式 1-2＝6。

头骨与 *P. p. yunanensis* 相似，但前额较宽，眶间距 18.2～19.2mm（表 2）。

表 2　暗色大鼯鼠量度

	性别	体重 /g	体长 /mm	尾长 /mm	后足长 /mm	耳长 /mm	颅全长 /mm	基长 /mm	口盖长 /mm	颧宽 /mm	眶间宽 /mm	后头宽 /mm	眼眶长宽 /mm	上颊齿 /mm
正模 73744	♂	1800	440	483	75	45	74.3	64.8	39.0	51.0	18.2	35.8	27.6	16.9
副模 73745	♀	2100	455	550	78	46	79.6	69.0	92.0	50.2	19.2	37.9	27.8	18.0

讨论

大鼯鼠广泛分布于我国南部以及中南半岛、马来半岛、印度尼西亚、斯里兰卡、印度、尼泊尔、不丹等地。在东亚和南亚地区已有 17 个亚种的分化（Ellerman et al. 1951），分布于印度、斯里兰卡和缅甸一带的有 *P. p. philippensis*，*P. p. cineraceus*，*P. p. primrosei*，*P. p. stockleyi*，*P. p. mergulus*，*P. p. reguli*，*P. p. lanka* 7 个亚种，它们的下体均为白色、灰色或暗灰色，绝无任何黄棕色痕迹。而且除 *P. p. philippensis* 和 *P. p. lanka* 外，尾部主要呈灰色，与新亚种很不相同。

分布于我国四川南部的 *P. p. rubicundus*，闽广地区的 *P. p. rufipes*，海南岛的 *P. p. hainana* 和台湾的 *P. p. gradis* 4 个亚种，除海南亚种外，体形都比新亚种小，颅全长不及 72mm。这 4 个亚种体背都没有散生的灰白色小麻斑而与新亚种显然有别。分布于云南南部、西南部、泰国、老挝和缅甸东部的 *P. p. lylei* 和越南北部、云南东南部、广西西南部和贵州南部的 *P. p. miloni*，其腹面全为棕黄色，上体从头到尾基均浓密地覆以灰白色，形若浓霜，头部几乎全变为白色。耳背上半部赭棕色或纯白色与新亚种差异更著。

暗色大鼯鼠的腹色，背部的灰白色小麻点和体形大小与高黎贡山西侧（腾冲、片马、独龙江河谷等地）的 *P. p. yunanensis* 颇为相似，但体色深暗多黑，眶间距约为颅全长的 24%。后者背色栗红或栗褐，头、顶和背部的灰白色麻斑极少，肩侧和后肤背侧则完全消失。耳背褐红而不是黑色。腰臀部麻斑相对较稀而小。眶间宽度较窄，眶间距 16.6～18.2，不及颅全长的 22%；印度那加山一带的 *P. p. albiventer*、体形较小，颅全长不及 74(66.0～73.1)mm，尾色棕而非黑，都与新亚种有别。

我们曾检查过贡山县商业局收购的 100 余张本亚种的皮张，暗色性状是稳定的。而且极易与独龙江一带收购来的 *P. p. yunanensis* 皮张相区别。新亚种确能成立。

地理分布

仅分布于北纬 26°～28°50′，东经 98°40′～99°15′的怒江河谷两侧和澜沧江河谷（维西）。

生态资料

主要栖于海拔 1900～2900m 的常绿阔叶林或针阔混交林、杉树林中。以树叶、栎果或苔藓等为主要食物。在高黎贡山东侧的七箐地区，常发现多在低山阔叶林中的高大台湾杉（*Taiwania flousiana*）树上活动。在栎果成熟季节，多到栎树上觅食。喜单个或成对活动。晚上 9～11 时活动最频繁。似有趋光性，晚上每当林中有篝火，常攀到篝火附近的高大树上活动并常鸣叫。

对比标本

P. p. yunanensis（云南西北部：6♂♂，3♀♀，12 皮）；*P. p. lylei*（云南南部：10♂♂，8♀♀，17 皮）；*P. p. miloni*（广西西南部 5♂♂，2 皮；贵州南部 4 皮；云南东南部 4 皮）；*P. p. rufipes*（福建 3♂♂，5♀♀；广西瑶山 5♂♂，3♀♀）；*P. p. rubicundus*（四川南部 3♀♀）；*P. p. hainana*（海南岛 26♂♂，16♀♀，8 皮）。

3 贡山赤腹松鼠 *Callosciurus erythraeus gongshanensis*，Wang 新亚种

正模标本

标本号 73952，♀（成体），1973 年 12 月 30 日采于贡山县九里达，海拔 1600m。

副模标本

标本号 74736，♂（成体），1973 年 12 月 12 日采于贡山县七箐，海拔 1850m，标本号 73951，♀（成体），采集时间和地点同正模标本。

查看标本

碧江八村（怒江西岸）1♂；贡山 2 皮。

鉴别特征

背色深浓，体背暗橄榄褐色。耳绿浓赭褐色。腹面栗紫色且无任何中央条纹。尾后端的毛长，大部黑色而毛尖棕红。体形中等，颅全长 52～54mm。

描述

头面部橄榄棕色。耳壳边缘浓赭褐色或锈褐色。耳后斑显著，棕黄色。背部、体侧和尾近基部的 1/3 段全长一致的暗橄榄褐色并有油亮光泽。足背略深于体背，趾纯黑色。尾背腹同色。尾中段隐现 6～7 条暗黑色环纹。尾后段（纹 60～80mm）的毛较长，毛的 4/5 纯黑，毛端棕红或棕黄色，形成表面染有棕色的黑色尾端毛束。腹面均为暗栗紫色，胸喉和腹中央均无楔状纹或腹中纹（表 3）。

表 3　贡山赤腹松鼠量度

	性别	体重 /g	体长 /mm	尾长 /mm	后足长 /mm	耳长 /mm	颅全长 /mm	基长 /mm	口盖长 /mm	颧宽 /mm	眶间宽 /mm	后头宽 /mm	眼眶长 /mm	上颊齿 /mm
正模 73952	♀	350	230	210	48	16	53.8	46.6	26.0	33.5	19.1	24.4	9.5	9.2
副模 73746	♂	300	210	200	49	18	52.5	45.6	25.1	32.8	18.9	23.0	10.0	9.8
73951	♀	339	220	190	45	15	52.0	44.8	25.1	30.8	17.2	23.0	9.9	9.0
查看标本	♂	270	215	190	50	17	52.4	45.3	25.1	32.5	18.11	23.4	9.7	9.1

讨论

赤腹松鼠的亚种分化甚多，在我国已有 14 个亚种的分化（李树深等 1981）。贡山新亚种的分布区介于 *C. e. intermedia*，*C. e. gordoni*，*C. e. zimmeensis*，*C. e. michianus* 和 *C. e. gloveri* 5 个亚种之间。西侧（独龙江河谷）的 *C. e. intermedia* 亚种，体背面（包括整个尾在内）均为一致的橄榄褐色，耳缘与体背同色，足趾无黑色，尾无黑端毛束，毛尖亦无棕红色，体型较大，颅全长 55mm 或更多，与新亚种大不相同；新亚种西南面的 *C. e. gordoni*，前脚一般都有灰褐色楔状纹插入，脚腹中央有发达的橄榄色腹中线贯穿并达尾基。尾端少有黑色毛束，毛尖也不红，泸水标本间或有之，但其毛束不超过 30mm，体背为亮褐灰色，耳壳边缘仅略呈橘黄色而与新亚种也不同；新亚种东南侧云龙、碧江一带的 *C. e. zimmeensis* 和维西、兰坪、丽江一带的 *C. e. michianus* 亚种，体背中央（特别是腰臀部中央区）有显著的暗黑色而深入体侧，胸腹部中央亦有楔状纹和腹中条纹，尾端无黑色毛束，毛尖也不红，体形比新亚种小，颅全长多数不及 52mm，分布于德钦、中甸和木里一带的 *C. e. gloveri*，耳缘的棕橘色是国内各已知亚种中最为深浓的一个亚种，但仍较新亚种浅淡，后者体色甚浅，体背主要呈淡橄榄灰色，尾与背色一致，无黑端丛毛束，足趾也不黑，都与新亚种不同。

在赤腹松鼠的所有已知亚种，耳缘具浓赭红色而尾端有红色或红色毛尖者，仅为印度阿萨姆地区的指名亚种 *C. e. erythraeus*，但后者尾大部甚至全部均为红色，尾端无黑色端束，体形比新亚种大，颅全长多数超过 56mm。

赤腹松鼠的其余亚种，体色均较鲜亮，若较深时，背中央较黑而深于体侧。尾无带红色毛尖的黑色端丛毛束，若有，则毛尖多呈淡白色或全为纯黑色。耳缘与背同色或仅呈淡黄色都与新亚种不同。

地理分布

仅见于高黎贡山东坡（北纬 27°～28°50′），包括贡山县、福贡县和碧江县的怒江西岸。

生态资料

栖居于海拔 1500～2100m 的沟谷阔叶林中。主要以树叶、栎果、锥栗等为食物。多晨昏活动。

对比标本

C. e. intermedia，1（云南：贡山独龙河谷），*C. e. gordoni*，57（云南：腾冲、梁河、盈江、潞西、泸水）；*C. e. zimmeensis*，53（澜沧江以西怒江以东的云南西南部）；*C. e. michianus*，57（云南北部）；*C. e. gloveri*，12（金沙江以北、雅砻江以西的川西，滇北地区）；*C. e. bonhotei*，28（四川：峨眉山）；*C. e. wuliangshannesis*，48（云南中部无量山）；*C. e. hendeei*，28（云南南部）；*C. e. castaneoventris*，38（长江以南的四川南部、贵州、云南东南部和广西）；*C. e. insularis*，41（海南岛）；*C. e. ninpoensis*，26（安徽、浙江和福建）。

4　片马巢鼠 *Micromys minutus pianmaensis*，Peng 新亚种

正模标本

标本号 74063，♀（成体），1974 年 1 月 24 日采于泸水县片马，海拔 1930m。

副模标本

标本号 74068，♂（成体），1974 年 1 月 26 日采获，采集地同正模标本；标本号 74000，♀（成体），1974 年 1 月 18 日采于泸水中片马，海拔 1925m。

查看标本

5♂♂，5♀♀，采于泸水片马和泸水姚家坪（高黎贡山东坡），海拔 1930～2250m。

鉴别特征

体形小。体背深褐橄榄色。耳与背色相似，无明显红迹。

描述

本亚种的特征介于四川巢鼠（*M. m. pygmaeus*）和红耳巢鼠（*M. m. erythrotis*）之间。它既有耳与体色相一致的一面，又有体小色深的不同。它与红耳巢鼠的最大区别在于耳无红色，极个别的仅微具赭晕，不显红迹。至于背色的浓褐深暗，腹色的浅灰微赭则是独具的特色。腹面与四川巢鼠的灰白或黄白色以及红耳巢鼠的浓赭灰色都不同。极个别有浓厚色调也仅与个别淡色的红耳巢鼠相似。足背暗褐，有时杂有深浅不一的赤黄色，老年个体臀部赤红，在尾落周围更为鲜明（表 4）。

讨论

我国的巢鼠自 Milne（1874）将采自四川宝兴的标本定名为小巢鼠（*M. m. pygmaeus*）以来，在我国各地记载的标本都是以此命名。后来，Osgood（1932）认为此名太泛旧，于是把越南北部沙巴的标本改用红耳巢鼠（*M. m. erythrotis*）。Anthony（1941）认为缅甸北部更接近红耳巢鼠的原产地（印度喀西山），就符合了 Osgood 的看

表 4　片马巢鼠量度

	性别	体重 /g	体长 /mm	尾长 /mm	后足长 /mm	耳长 /mm	颅全长 /mm	基长 /mm	口盖长 /mm	颧宽 /mm	眶间宽 /mm	后头宽 /mm	眼眶长 /mm	上颊齿 /mm
正模 74063	♀	8	64	73	15	7	19.2	8.4	9.0	8.4	3.1	8.4	3.5	3.0
副模 74068	♂	7	52	54	13	8	18.0	8.3	8.4	8.3	3.2	8.2	3.4	3.1
74000	♀	5	58	60	15	10	18.0	8.1	9.5	8.1	3.0	8.5	3.5	3.1
查看标本	5♂♂ 5♀♀	7(5～10)	55(47～65)	58(53～66)	14(12～15)	8(6～10)	18.0 (17.7～18.5)	8.6 (7.9～9.1)	8.4 (8.2～8.5)	3.2 (3.1～3.3)	8.4 (8.0～8.6)	3.5 (3.4～3.6)	3.6 (3.5～3.8)	3.1 (3.0～3.2)

法，把缅甸恩梅开江和我国片马一带的标本也定为红耳巢鼠。后来，Ellerman 等（1951）将四川小巢鼠和红耳巢鼠合并为一个亚种。但据我们收藏的标本来看，两者形态区别甚著，且各具有一定的地理分布区：四川小巢鼠主要分布于四川西部、云贵高原和滇西高原峡谷区；红耳巢鼠主要分布在滇南山地。形态各异，分布区也不同，故不宜并为同一亚种。这次采自泸水（片马和姚家坪）的巢鼠，具体小色黑的特点，且为高黎贡山中下段（东西坡）的特有类群，应是一个新的地理亚种。Anthony（1941）报道获自我国片马、岗房的巢鼠，疑即属此亚种。

地理分布

本亚种仅见于高黎贡山中下段（北纬 26°～27°）的泸水和腾冲等地。

生态资料

主要栖于半山丘陵坡地（海拔 1500～1900m）。常在开垦过的地边坡坎上及其附近灌丛、草丛栖居。洞口大小不一，洞径 3～4cm。洞穴有两种类型：①单独洞口，②几个聚在一起的洞口。在片马地区耕地周围的坡坎处洞口曾布放鼠夹，两天内捕获 3 只巢鼠。有时也在附近草丛中可以发现鼠巢。草丛上的鼠巢结构简陋，仅用碎草构成圆形或椭圆形，巢形甚不完整。高黎贡山地区的巢鼠耐受潮湿，在山沟小溪旁、地边水沟处潮湿多草的地方，很容易捕到它们。

主要参考文献

李树深，王应祥．1981．赤腹松鼠（*Callosciurus erythraeus* Pallas）的一个新亚种．动物学研究，2(1)：71～76

彭鸿绶、高耀亭，陆长坤等．1962．四川西南和云南西北部兽类的分类研究．动物学报，14(增刊) 100～132

Allen G M. 1938～1940. The mammals of China and Mongolia. Parts，1～2．New York：Amer Mus（Nat Hist.）

Anthony H E. 1941. Mammals collected by the Vernay-Cutting Burma expedition papers on mammalogy. Field Mus Nat Hist Zool Ser，27：37～123

Ellerman J R，Morrison-Scott T C S. 1951. Checklist of Palaearctic and Indian mammals. London：Brit Mus（Nat Hist）

Ellerman J R. The fauna of Indian including Pakistan，Burma and Ceylon，mammalia. Vol. 3．Rodentia. London：Brit Mus（Nat Hist）

Johnson D H，Jones J K. 1955. Three new rodents of the genera *Micromys* and *Apodemus* from Korea. Proc Biol Soc Wash，63：167～172

Moore J C, Tate G H A. 1965. A study of the diurnal squirrels, Sciuridae of the Indian and Indo-Chinese subregions. Field Mus Not Hist Zool Ser, 48: 1～381

Pocock R I. 1934. Palm civets of genera *Paradoxures* and *Paguma* on Eastern by Bengal Bay. Proc Zool Soc. London, 613～683

Pocock R I. 1939～1941. The fauna of British India, including Ceylon and Burma, Mammalia (2 viols, Primates and Carnivora only). Taylor & Franicis, London

Sczunyogby J. 1958. A Preliminary report on the seasonal changes of the hair-color of the harvest mice and its taxonomical importance. Ann Hist Not Mus Hung, 50: 349～358

New Mammals from the Gaoligong Mountains

PENG Hung-shou　WANG Ying-xiang

(Department of Classification and Fauna of Vertebrate, Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica)

During 1973～1974, there were two mammal surveys had been made in the Gaoligong mountains, the most western flank of the Hengduan Mountains in the western frontier of Yunnan. Altogether the set consists of about 1356 specimens belonging 149 species with 28 subspecies. After critically checked, numerous species and subspecies were found to be new to science. In the following lines are the diagnoses of the four subspecies of them.

1. *Paguma larvata chichingensis* Wang, subsp. nov.

Holotype: No. 73646, 1 male (ad.), collected from Chiching (七箐, alt. 2000m) of Gaoligong mountains, Gongshan Xian, northwestern Yunnan, on December 11, 1973.

Paratypes: No. 73721, 1 male (ad.), collected from Pula (普拉, alt. 1600m), near the holotype locality, on June 22, 1973. No. 73838, 1 female (subad.), collected from the same locality as the holotype, on December 17, 1973.

All the type specimens are deposited in the Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica.

Diagnosis: Most resembling *P. l. intredents*, but with smaller skull and darker colour. The skull is about 117mm. The mask and patches of the face, head and neck are more conspicuous than the latter in all seasons. The colour of the upper surface is dusky brown with darker oliveceous instead of ochraceous. The terminal portion of the tail has a white cluster of hairs.

2. *Petaurista petaurista nigra* Wang, subsp. nov.

Holotype: No. 73 744, 1 male (ad.), collected from Chiching (alt. 1900m) of Gaoligong mountains, Gongshan Xian, northwestern Yunnan, on December 12, 1973.

Paratype: 1 female (ad.), collected from the same locality and date as the holo-

type.

Specimens examined: 15 skins collected from Nu Jiang Valley (including Gongshan Xian 7; Bijiang xian 2; Lushui xian 2) and Lancang Jiang valley (Weixi 3).

Diagnosis: Most resembling *P. p. yunanensis*, but with darker colour and more broad region of the interobital breadth. The upper surface is dark blackish-chestnus, the rump densely specked with white like frost appearance. The back of the ear is also dark blackish-chestnut. The interobital breadth is more bread (over 18. 2mm) than the latter.

3. *Callosciurus erythraeus gongshanensis* Wang, subsp. nov.

Holotype: No. 73 952, 1 male (ad.), collected from Jiulida (九里达, alt. 1600m) (eastern flank of Gaoligong mountains), Gongshan Xian, northwestern Yunnan, on December 30, 1973.

Paratypes: No. 74 736, 1 male (ad.), collected from Chiching (alt. 1850m), Gongshan, north western Yunnan, on december 12, 1973; No. 73 791, 1 female (ad.), collected from the same locality and date as the holotype.

Specimens examined: Gongshan Xian (2 skins); Bachun (八村), Bijang Xian (1 male).

Diagnosis: The colour is the darkest of all subspecies in our country. The upper surface is dark brownish-olivaceous. The ears are strong ochraceous-rusty. Under parts from throat to the base of the tail and inner side of limbs are deep purple-chestnut without any middle stripe. The end of the tail (about one third of the tail) is black with rufous end of hairs. Size is middle, the greatest length of skull is 52～54mm.

4. *Micromys, minutus pionmaensis* Peng, subsp. nov.

Holotype: No. 74 063, 1 female (ad.), collected from Pianma (片马, alt. 1930m), Lushui Xian, western Yunnan, on January 24, 1974.

Paratypes: No. 74068, 1 male (ad.), collected from same locality as the holotype on January 26, 1974. No. 74000, 1 female (ad.), collected from Zhongpianma (中片马, alt. 1925m), near the holotype locality, on January 18, 1974.

Specimens examined: 5 males and females collected from Pianma and Yaojiaping (姚家坪), Lushui Xian, western Yunnan.

Diagnosis: This subspecies differed from its allies in having a blackish olive-brown in genera colour and with an indistinguishable red colour of ears. They are certainly aborignal forms of Gaoligong mountains.

中国麝一新种的记述*

李 致 祥

（中国科学院昆明动物研究所）

1973～1978 年，我们对高黎贡山和碧罗雪山的脊椎动物进行了多次考察。在考察中，先后获得珍奇的黑麝标本计 10 号，经对比研究实属麝亚科一新种。记述如下。

黑麝 *Moschus fuscus* 新种

正模标本

采集号 73556，♂（成），1973 年 12 月 21 日，采于贡山县巴坡三队。海拔 3500m。

副模标本

采集号 73456，♀（成）。1973 年 11 月 15 日。采集地和高度与正模标本同。

研究标本

贡山巴坡 1♂（成），1♂（半成体）。碧江 1♂，5♀♀（碧罗雪山海拔 3600～4000m）。

全部模式标本和研究标本，均保存在中国科学院昆明动物研究所。

鉴别特征

全身毛色黑褐（图 1），明显的比其他任何一种麝深暗得多。喉部和颈侧无条纹或异色斑。吻长短于颅全长之半。泪骨一般长大于宽。

形态

体形小，与林麝相似，体长为 730～800mm。全身毛色（包括头、耳和四肢）均为纯一的黑色。毛基铅灰。半成体的背毛颜色略浅，几呈暗褐色。刚出生的幼体和胎儿，身上具浅黄色圆斑点。头骨大个与林麝相似，颅全长在 150mm 以下。多数标本泪骨长大于宽，只有少数标本的泪骨其长宽几乎相等（表 1 和表 2）。

---

* 本文 1981 年发表于《动物学研究》，2(2)：157～162。



图 1　黑麝（*Moschus fuscus*）

表 1　黑麝外形量度（单位：mm）

标本号	性别	体长	尾长	后足长	耳长	前肢		后肢	
						蹄甲长	侧蹄甲长	蹄甲长	侧蹄甲长
正模 73556	♂	730	30	256	90	40.5	30	35	33
副模 73456	♂	800	30	250	98	41	32	39	37
73444	♂	750	32	275	90	40	31	39	38
73523	♂	740	25	270	85	41	31	40	35
78020	♂	730	—	230	85	40	33	42	34
78018	♀	830	30	290	95	—	—	—	—
78019	♀	800	30	285	90	—	—	—	—
78084	♀	860	40	240	90	—	—	—	—
78085	♀	690	40	230	85	—	—	—	—
78088	♀	690	20	250	80	37	30	37	28

表 2　黑麝头骨量度（单位：mm）

标本号	颅全长	口盖长	颧宽	吻长	鼻骨长	泪骨长	泪骨宽	上颊齿长	下颊齿长
正模 73556	142	80.5	56.4	68.5	45.2	22	18.5	37.5	39.5
副模 73456	131.5	75	55	64	44	17.5	17	38	40
73444	139	7 5	58	66.5	45	19.5	17.5	38.3	41
73523	139	78	56.2	65.5	44	18	16.5	38.5	41.5
78084	147	69	64	70	46	18	17.5	38.5	41
78020	141.5	82	59	67.7	45	17	16.5	37	39

表 3　黑麝与我国 3 种麝特征比较表

种名	体色	颈纹	体长/mm	掌长/mm	蹠长/mm	泪骨/mm	颅全长(a)	吻长(b)	1/2a∶b	栖息环境
黑麝 *Moschus fuscus*	成兽通体乌黑褐体上全无斑点，半成兽在臀部有时具一沙黄褐色毛区	无颈纹	730～800	88.3	134.6	长>宽	38.0	66.1	$1/2a>b$	3200～4600m 的阴暗针叶林和高山砾石地带
林麝 *M. berezovskii* (高耀亭 1963)	全身呈暗橄榄褐，并染有橘红色泽，腰臀部咖啡褐色。	下颌至前胸有白色区，两侧各具分叉的短纹	700～800	73～87	103～114	长<宽	130.8	66.9	$1/2a>b$	3000m 下的针阔混交林或阔叶林
原麝 *M. moschiferus* (高耀亭 1963)	全身褐色，成兽背部有 6 列肉桂红色斑点	下颌白色颈下有两条白色条纹	约 850	102～122	133～166	长<宽	146.7	72.6	$1/2a>b$	2000m 以下的针阔混交林
马麝 *M. sifanicus* (高耀亭 1963)	全身沙黄褐色，臀部棕色较浓、成兽体背无斑	颈背有一条浅黑色斑点其上有模糊黄斑	850～900	118	128～138	长>宽	162.4	85.6	$1/2a<b$	3500m 以上的山地灌丛和砾石地带

讨论

关于麝的分类，Lydekker（1915）认为麝亚科仅为1种3亚种。Flerov（1930）主张分为3个独立的种，即*M. moschiferus*、*M. chrysogaster*和*M. berezovskii*。高耀亭（1963）根据我国大量的标本做了进一步的系统分析，确认我国所产的麝应为3个独立的种，即原麝（*M. moschiferus*），我国东北；林麝（*M. berezovskii*），华南、西南、青藏高原；马麝（*M. sifanicus*），川西、滇北。近来Groves（1975）根据以往的文献和各国博物馆所存的标本，对麝属进行了分类研究。该作者认为，产于印度、尼泊尔和缅甸等地，以及我国和前苏联等地的麝仍应分为3个独立的种。该作者主张除高耀亭（1963）的原麝、马麝的学名外，应将林麝的学名复用Hodgson（1839）所订立的*Moschus chrsogaster*旧名，并将*M. berezovskii*作为*M. chrysogaster*的一个地理亚种。他发现分布在印度等地的*M. sifanicus*都栖居在高原地带，而*M. chrysogaster*则分布在低山森林坡地上面，根据该作者在不列颠博物馆所检查Hodgson（1839）所描述的*M. chrysogaster*的模式标本的情况看，*M. chrysogaster*显著地比*M. sifanicus*深暗得多，尤其在背中部所呈现的暗黄褐色更为浓些，但都不像Hodgson（1839）所描述时的那种亮乌贼墨黑色（bright sepia），他推想是否由于年久孤变之故。不论如何变化，Groves认为Hodgson的*M. chrysogaster*仍与高耀亭所指的林麝*M. berezovskii*很相一致。值得指出的是，Yin等（1967）采自缅甸北部葡萄（Putao）附近约8000英尺的第17 845号标本，其体色亦甚深暗，几呈黄褐色调。据Groves的对比研究证明，缅北的这个标本完全与以往的麝截然不同。据此，作者推想缅甸北部的这号标本，由于产地接近，形态殊异很可能就是本新种。据作者在高黎贡山和碧罗雪山的研究证明，在横断山区中常产有3种形态上和生态上截然不同的麝。为此，中国的麝确实具有4个独立的种。现将它们的主要特征对比如下（表3）。

从表3可知，黑麝和其他3种麝的区别在于：①体色异常黑暗，颈侧、喉和体背完全无斑，其他3种已知的麝都无此特征。②体形大小与林麝相似，但又明显地小于马麝。③头骨的骨学特征介于林麝和马麝之间。如在吻长方面（眼眶前缘到吻端之距）和颅全长的比例上面，与林麝相当，而在泪骨的长宽比例上，则又与马麝相似。④栖息环境和高度与马麝同。在碧罗雪山，林麝栖于3700m以下的针叶林和针阔混交林带，而黑麝则栖于3200m以上的针叶林和高山砾石带。两种麝在3200～3700m的地带同域分布。在相同的生境中我们采到林麝4只，黑麝6只，都未发现它们互混生育的现象。上属特征表明黑麝实属一个新种。

主要参考文献

高耀亭．1963．中国麝的分类．动物学报，15(3)：479～488

Allen G M. 1940. The mammals of China and Mongolia. Amer Mus Nat Hist New York. 1129～1137

Ellerman J R. Morrison-scott Checklist of palaearctic and Indian mammals. Brit Mus (N H) London. 353～354

Flerov C. 1930. On the classification and the geographical distribution of the genus *Moschus*. (Mammalia Cervidae). 1～20

Groves C P. 1975. The taxonomy of *Moschus* (Mammalia Artiodactyla), With particular reference to the Indian region. J Bombay N H Soc, 72(3): 662～676

Yin, Tun. 1967. Wild animals of Burma. Rangoon Gazette Ltd, 301
Lydckker, Richard. 1915. Catalogue of the ungulate mammals in British Museum (Nat Hist). Vol. IV. Artiodactyla; families Cervidae (deer) London (Brit Mus) 4: 3~8

On a New Species of Musk-deer from China

LI Zhi-xiang
(Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica)

In the present paper description of a new species of Musk-deer (Subfamily *Muschinae*) is given. All the specimens are deposited in the Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica.

Moschus fuscus sp. nov.

Holotype: No. 73556 ♂ (adult) collected on Dec. 21, 1973 from Bapo (巴坡) Gongshan-Xian (贡山县), Yunnan, altitude 3500m.

Paratype: No. 73 456♀ (adult) captured on Nov. 15, 1973 from the same place as the holotype.

Besides the holotype and the paratype, one adult male and subadult male from Bapo, one male and five female specimens from Bilouxue Shan (碧罗雪山) in Bijiang-Xian (碧江县) have been carefully examined.

Diagnosis: Differes from other three known species (*M. berezovskii*, *M. moschiferus* and *M. sifanicus*) in: ①Body color prominently darker, without any spots on the upper throat and chin. ②Body size about the same as *M. berezovskii*, but apparently smaller then *M. sifanicus*. ③The characteristics of the skull are between those of the *M. berezovskii* and *M. sifanicus*.

滇西白眉长臂猿（*Hylobates hoolock*）分布、数量和保护*

兰道英　马世来　韩联宪

（中国科学院昆明动物研究所保护生物学中心　昆明　650223）

摘　要　本文总结报道白眉长臂猿在滇西的现今分布和种群数量，并探讨了保护问题，文献记载及调查表明，白眉长臂猿分布于滇西高黎贡山地区 9 个县，原面积达 21818km²，目前仅限于 3 部分不连续的地区，分别是高黎贡山保护区、腾冲古永至盈江苏典边境区和陇川户撒。估计残余面积为 1474km²，为原有面积的 6.8%，而仅有 4.4%的原有面积，952km² 受到保护。总种群数量估计为 50～100 群，分布在面积大小不等的森林栖息地孤岛中。仅有一半种群处于保护区中，其他群体受到严重威胁。目前的威胁主要为商业采伐造成栖息地破坏，形成易灭绝的小种群。保护区也面临着采伐威胁和经费短缺引起的生存和管理不善的问题。

关键词　白眉长臂猿，滇西，分布，种群数量，保护

白眉长臂猿（*Hylobates hoolock*）分布于缅甸、印度、孟加拉国和我国，一般认为有两个亚种：白眉长臂猿指名亚种 *H. h. hoolock* 和白眉长臂猿印度亚种 *H. h. leuconvdes*，以缅甸的亲敦江（下游为伊洛瓦底江）为界（Groves　1967，马世来等　1986）。江西印度亚种的野外研究较多（Tilson　1979，Gittins et al. 1984，Mukherjee　1986，Islam et al. 1992），江东亚种的野外研究几乎为空白。白眉长臂猿是小猿中比较独特（可能是最进化）的一个类群（刘瑞清等　1987），为我国一类保护动物，以往的报道认为该种处于濒危状态（Tan　1985，马世来等　1988，Yang et al. 1987，1993）。近年来边境贸易和经济发展严重威胁着高黎贡山地区的野生动物保护，包括边境贸易等因素在内的人类威胁使国内对于本种的保护现状了解极为模糊不清。目前缺乏该种现有分布、数量和保护现状的科学资料，已影响到保护工作的开展。笔者就滇西白眉长臂猿的现状进行调查和研究，以期提出保护对策，本文报道初步结果。

1　方法

历史分布主要为其他学者已经发表的资料、森林及保护区面积资料，来源于刘德隅等（1989）和云南省地图集（1982），另外也参考云南省卫星影像图（1990）。

我们的考察，大致可以归纳总结成如下几个阶段：①访问调查阶段。通过各种渠道和途径，了解白眉长臂猿的现有分布和历史分布地点，来源有文献、同事、当地人、旅游者等。再到实地访问老百姓或知情者，把地点进一步落实确定在精确区域中，并向知情者了解他们估计有多少群及他们做出判断的依据。②实地调查阶段。在前一阶段的基

* 本文 1998 年发表于《中国兽类生物学研究》，1(1)：11～19。

础上，我们到野外进行寻找，观察，通过鸣叫声或目击判断其存在及数量。在此过程中，用各种较成熟的方法，如线切法、鸣声法等，进行分布和密度数量估计。③深入观察和研究阶段。通过在调查地区进行长时间的鸣叫声记录和目击观察，区分每群的大小和活动范围，家域特征，适宜栖息地面积大小等，统计种群的绝对数量、本阶段仅在苏典和黑泥塘进行了短期的观察，由于观察困难，数据不多。

在后两个阶段的野外考察过程中，我们具体确证长臂猿存在地点的方法是通过早晨的鸣叫声分析（Brockelman et al. 1987，兰道英　1989）。当可能时，多个听者利用小型指北针、海拔表和地图，通过鸣叫声方向用三角交叉法把猿群位置尽可能精确地标在1∶50 000 军用地图上。由于长臂猿是领域性的，生活于 12～58hm² 家域中（Chivers 1984，Leighton　1987），鸣叫点（同一早上或不同时间）距离超过 0.7km，可以认为是不同的群。同时发生或重叠的群鸣叫声，两点间超过 50m 以上，也认为是不同的群。一个地点的猿群估计数量通过综合所有这些引起我们确定的群体和当地人提供的我们认为可靠的资料（如鸣叫特征或形态特征正确）获得。

野外考察时间和地点见表 1 和图 1，总考察时间为 345 天，分为 6 次的野外考察。

表 1　滇西白眉长臂猿野外考察时间和地点

地点	考察年月（天数）	面积/km²	考察或调查内容方法
1. 大塘	1992/8（3）	30	访问，实地调查
	1992/11～12（22）	40	
2. 大蒿坪	1992/9（5）	10	访问，实地调查
	1993/10（4）	20	
	1994/5（10）	20	
3. 黑泥塘	1993/11（5）	30	访问，实地调查，观察
	1994/5（8）	20	
灯草坝	1993/11（1）	10	访问，实地调查
4. 支那	1994/5（1）	10	
香柏河	1993/11（5）	50	访问，实地调查
5. 苏典	1993/11（1）	100	访问，实地调查
木笼河	1993/11（6）	30	访问，实地调查，观察
6. 户撒	1994/4（21）	20	访问，实地调查
		100	
平山	1993/7～8（19）	10	
7. 等嘎	1992/12～1（20）	30	访问，实地调查
8. 姚家坪	1993/3（21）	20	访问，实地调查
9. 片马	1993/4（10）	20	访问，实地调查

2　结果

2.1　分布和数量估计

直接观察和鸣叫声分析确定了 4 县市（保山、腾冲、盈江和陇川）6 乡 7 个点的 23 群白眉长臂猿分布点。从叫声密度和栖息地状况分析，估计上述 4 县尚有猿群 50～100 群左右，分布在：①高黎贡山自然保护区 20～50 群；②古永至苏典沿边境一带 30～50 群；③陇川户撒 4～8 群。以鸣叫分析为主，观察为辅得出研究结果如表 2 和图 1 所示。滇西地区白眉长臂猿群分布地点见表 3。

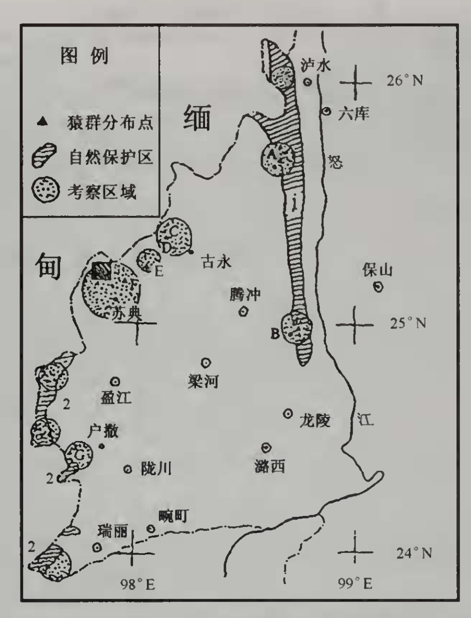


图 1　云南怒江以西地区，示考察区域和白眉长臂猿现今分布地点

A：大塘；B：大蒿坪；C：黑泥塘；D：灯草坝；E：支那；F：梨树；G：平山。

自然保护区：1：高黎贡山；2：铜壁关

表 2　白眉长臂猿现今分布地点面积和种群数量

地点	群数(估计面积)	估计群数	分布面积*
大塘	2(6)	5～10	高黎贡山保护区 952km^2 (总面积 1239km^2)
大蒿坪	1? (25)		
黑泥塘 灯草坝*	3(9)	3～5 1～2	952km^2 两地面积:120km^2
支那 香柏河	 1(1)		该乡面积的 1/5:69km^2
苏典 水笼河 梨树 其他	 13(20) 1? (1)	20～30	该乡面积的 3/5:308km^2
户撒 平山	 2? (9)		该乡面积的 1/10:25km^2
总计 滇西(云南)	23	 ≥50～100	1474km^2
附:其他学者的数量估计	数量/只		资料来源
滇西	50 100～200 100～150 155～188 170～200		Tan1985 Haimoff et al. 1987 马世来等 1988 杨德华等 1985、1987 杨德华 1993

* 各地点猿群分布面积的估计值是在实地考察基础上确定的。在高黎贡山保护区中的分布面积包括保山腾冲境内全部和泸水境内 1/3(六库以北除外)。

表 3　白眉长臂猿的分布地点

地点(记录者*)	地理位置				数量估计**(群)	保护状态***	备注
	北纬		东经				
	度	分	度	分			
1. 泸水							
付邦(M)	25	42	98	50	+	V	
丙贯(M)	25	35	98	49	+	V	
2. 保山							
坝湾(L Y M)	24	57	98	49	+	V	
芒宽(Y M)	25	27	98	51	+	V	
3. 腾冲县							
界头(Y)							
大塘(MF)#	25	39	98	40	5～10	V	
上营乡							
大蒿坪#	24	58	98	44	1～5	V	"Homushu","Zhufuosi"(A,F)均在该地区附近
古永(Y)							
猴桥(L F)	25	31	98	22			村公所附近已消失
黑泥塘#	25	22	98	08	5～10	X	
灯草坝#	25	20	98	09	1～2	X	
大白草坡(M)	25	30	98	20	—		
五台山(M)	25	34	98	14	—		
4. 龙陵							
白石头山(M)	24	18	98	50	—?		
大尖山(M)	24	17	99	09	—?		
安定(木城)(Y)	24	09	98	46	—?		
5. 梁河(L)	25	48	98	17	—?		
6. 盈江县							
南底河(A)	24	47	98	12	—?		"Namting River"即大盈江(梁河至盈江段)
铜壁关(Y)							
老刀弄(M)	24	39	97	36			
昔马(L Y)	25	08	97	47			
瓦蕉(M)	24	42	97	37			
苏典(Y)							
木笼河#	25	11	97	52	20～30	X	
梨树#	25	14	97	51	1～2	X	
香柏河#	25	13	98	03	1～?	X	在支那乡
勐弄(Y)	24	55	97	54	—?		
旧城(Y)	24	45	98	04	—?		
姐帽(Y)	24	33	97	49	—?		
弄彰(Y)	24	37	97	54	—?		
7. 陇川							
户撒(A Y)	24	27	97	54	3～8	X	包括平山
平山#	24	23	97	43		X	

续表

地点(记录者*)	地理位置				数量估计**(群)	保护状态***	备注
	北纬		东经				
	度	分	度	分			
王子树(Y)	24	28	98	06	—?		
邦瓦(Y)	24	22	98	02	—?		
护国(Y)	24	34	98	04	—?		
8. 潞西							
东山(Y M)	24	12	98	18	—?		
黑河老坡山(M)	24	13	98	36	—?		
中山(Y)							
9. 瑞丽							
芒昌(M)	23	59	97	39	—		
等扎(M)	23	04	97	43	—		

* 记录者（文献）：A-Allen（1938）；F-Fooden et al.（1987）；L-李致祥等（1983）；M-马世来等（1986）；Y-杨德华（1985）。#——本项目考察记录。

** 数量估计：+表示可能存在但稀少地区；—表示已消失地区；? 表示未做调查但估计(访问)已消失地区。

*** 保护状态：V表示保护区；X表示非保护区。

2.2 猿群构成，大小及行为学观察

在6次野外考察中直接观察和遇见到4群共6次长臂猿，3群由成年雌雄各一组成，另一群尚多一只幼体。从记录到的鸣叫声分析，另外至少16群由不少于两个个体组成，还有3只独栖雄猿。观察到的白眉长臂猿群构成列于表4。

表4　白眉长臂猿群组成和群大小

地点	编号	群大小	组成	观察日期	观察时间长度/min
黑泥塘	HNT2	2	♂♀	1993/11/4	200
木笼河	SC	2	♂♀	1994/4/19；24	12
木笼河	SCL	2	♂♀	1994/4/22	2
木笼河	LD	3	♂♀?	1994/4/22	2

在黑泥塘，笔者隔着箐沟观察了群HNT2约3h。而在木笼河，笔者共观察到5次共3群。木笼河的ML1群地处我们营地东边，在观察期间，该群几乎天天鸣叫，有时还鸣叫两次或两次以上，且通常是营地附近最早鸣叫的群体。在1993年11月和1994年4月的考察中，4月28日前共听见鸣叫27次，均为一只成年雄猿的独鸣（solo），但在4月28日早上9时21分至9时52分，ML1群的鸣叫声除了雄猿的叫声外，另发现同时有一只成年雌猿的叫声，由此我们认为该群新增加了一个成员，即成年雌猿。据向导欧建旺说，该群在5至6年前有3只，雌雄各一加一小仔，后因雌猿连同小仔一并被猎杀只剩下独只成年雄猿。我们寻找观察数次未能见到ML1。ML1群鸣叫地点连线外围面积估计为10hm^2。

2.3 栖息地破坏及保护问题

现今对猿群威胁最大的因素是栖息地破坏。伴随着以商业采伐为主的边境贸易的发展及高黎贡山地区的森林开发规模越来越大。无论是国有林还是集体林，在政府和民众的心目中都是目前的致富之源。除保护区外，对大部分森林都已制定或正在酝酿开发计划。白眉长臂猿最丰富地区之一苏典，在我们考察期间是当地沿边境乡区中唯一尚无通往缅甸的边贸公路的地区，然而 1993 年开始已动工修路。整个地区通往林区和缅甸的口岸公路至少已修建了 20 条，支那和古永仅在我们前后 2 年的考察期间即已砍得面目全非。甚至铜壁关自然保护区的核心区，也曾一度成为某林业公司的采伐基地。除正在或即将开发的林业之外，刀耕火种也威胁着大片的长臂猿栖息地。刀耕火种曾是当地人普遍的生产习惯，现在仍然是木笼河地区的主要生产方式。在海拔 2150～2204m 地区，有大片火烧迹地。

狩猎曾经是最大的威胁因素，现已退居次位。傈僳族所在的苏典和黑泥塘地区，当地老百姓对黑长臂猿有比较自觉的保护习惯。目前未发现有猿分布的原生常绿阔叶林，包括自然保护区内，以往的猎杀可能是猿群消失的最主要因素。这种森林也发现于高黎贡山（大塘）和铜壁关自然保护区的一些区域，调查表明其组成和结构完全和发现有长臂猿活动的森林一致，访问结果及历史记载都表明 10～20 年前或更早期是有猿活动的。在木笼河，尚有一类原生性较差的无猿分布的常绿阔叶林，约为至少 50 年前择伐或刀耕火种地撂荒后生长起来的。据我们研究，该林型食物种类和数量的可供性均很丰富，与原生林差异不大，但森林结构明显不同，致密，能见度差，藤刺多。这些因素可能影响长臂猿游走和躲避捕食者等活动，因此，可能是不选为栖息地的原因。但是，我们认为，在无或少干扰的情况下恢复到一定程度是会适合长臂猿生存的。

除了高黎贡山保护区和苏典木笼河地区，其他各地的猿群都生活于孤岛栖息地中，即使森林不被砍伐，当地百姓全心保护，由于面积太小，群数太少，猿群也不可能长久生存，即使在同一个地区，长臂猿种群又被分割成更小的岛屿栖息地群体，缺少甚至是片状或走廊状森林作为沟通渠道。由于有效种群太小，各种群之间不可能进行扩散和交流，退化和随机灭绝危险很大。

关于该种的保护，其他问题是保护区生存问题严重和管理滞后。地方经济的发展严重地蚕食着保护区，如边境贸易、商业采伐、热区作物种植和游移农业的发展造成盈江铜壁关自然保护区几乎名存实亡。打猎和森林的大量消失可能是使铜壁关保护区中白眉猿消失的原因。高黎贡山保护区周围大力发展烤烟生产，消耗大量木材，也严重威胁着该保护区的生存。经费不足也严重影响保护区管理人员的积极性和工作效力，并使保护区管理者目光转向多种经营和发展经济。

3 讨论

现生白眉长臂猿分布区东边未超过怒江（萨尔温江）。高黎贡山地区显然是该猿类分布的边缘区域。该地区白眉长臂猿分布地点海拔较高，目前一般均在 2000～2500m 之间，森林类型和缅甸、孟加拉、印度低海拔不完全相同，甚至差异很大，但是亚热带常绿阔叶林的组成和结构显然适合于白眉长臂猿的生存，可能该种类发育了与对低海拔

地区的栖息地生存不同的适应对策，有待进一步研究。

3.1 种群构成和大小

除黑长臂猿（Haimoff et al. 1986）外，小猿属的各小社群构成和大小均十分一致，为一夫一妻制（Chivers 1984，Leighton 1987）。滇西的白眉长臂猿看来也符合上述经典的特征。

3.2 分布和数量

文献的记载滇西怒江以西地区曾广泛分布有白眉长臂猿。马世来等（1986）年记录了 15 个地点，Fooden 等（1987）记录了 10 个地点。关于该种类数量的估计从少于 50 只到 200 只不等（表 2），本文的调查结果证实至少还有 23 群，多可能到 100 群，即多可达 200～300 只，比其他学者估计为多，这个数量表明白眉长臂猿的确处于濒危地步，而且，这个种群还被分割为几个小种群，数量从少到 3～5 群至 50 群以上，小种群还被进一步分割成更小的孤岛小群体。

3.3 保护对策和建议

上述分析表明，滇西白眉长臂猿的生存面临严峻的危机。无论是保护区还是非保护区，该种类的生存都受到极严重的威胁。采取紧迫的行动，保护该地区白眉长臂猿和生物多样性实有必要。从上述分析，作者提出了下述 4 条对策和建议。

（1）加强边贸和商业采伐的管理。对已建立的保护区应坚决制止蚕食行为，保护区外生物多样性比较丰富的地区（如原生林残存面积较大的地区，如苏典），如果不能规划成保护区，也应保存为禁伐区和保护动物禁猎区。

（2）改良采伐方法，应重视适当面积的阔叶林的保留。腾冲古永地区的几个集体林场，采用南方沿海地区的全砍光新造针叶用材林方法，造成资源浪费，很可能引起环境问题（泥石流）。至少应推广在山顶和陡坡陡沟保留阔叶林的做法，应加强研究资源节约型和持续利用型采伐方法和技术。

（3）加强现有保护区的管理和研究，在其周围地区进行广泛的多层次的保护教育。在进一步规划、调整、采纳国际上标准的管理体系和经验，争取把保护区建设成与当地经济发展不相矛盾和冲突的形式，杜绝栖息地破坏和猎杀，以取得更好的保护效果。

（4）对白眉长臂猿的栖息地、数量、种群动态及威胁因素进行长期的研究和监测，随时采取必要的保护措施和行为。

（5）采取具体的栖息地补救措施，在主要白眉长臂猿分布地区，构建和恢复各适宜孤立栖息地之间的森林走廊，以利于猿群扩散和交流。在一般情况下，加强管理，严防砍伐、火烧和放牧，就可能在不长的时间内恢复，在某些地段则应进行人工植树造林。

致谢 本项目考察过程中，Richard Harris 博士、李兆元同志和李寿昌同志协助收集了部分资料，Harris 博士尚对初稿的完成提出了很多宝贵意见，特此致谢。

主要参考文献

兰道英．1989．云南西南部地区黑长臂猿（*Hylobates concolor*）群构成、生态和行为的初步研究．动物学研究，10（增刊）：119～126

刘瑞清，施立明，陈玉泽．1987．白眉长臂猿（*Hylobates hoolock*）染色体研究．兽类学报，7(1)：1～7

刘德隅，1989．云南自然保护区．北京：中国林业出版社

李致祥，林正玉．1983．云南灵长类的分类和分布．动物学研究，4(2)：111～120

马世来，王应祥．1986．中国南部长臂猿的分类和分布．动物学研究，7(4)：1393～1410

马世来，王应祥．1988．中国现代灵长类的分布、现状和保护．兽类学报，8(4)：250～260

云南地理研究所，中国科学院遥感应用研究所．1990．云南省卫星影像图，1：500000．北京：科学出版社

杨德华，张家银，李纯．1985．云南长臂猿数量分布考察报告．医学生物学研究，(3)：22～27

Allen G M. 1938. The Mammals of China and Mongolia, part 1. Amer Mus Nat Hist, New York, 306～309

Brockelman W, Ali R. 1987. Methods of surveying and sampling forest primate, population. In: Primate Conservation in Tropical Rain Forest. A R Liss, New York, 23～62

Chivers D. 1984. Feeding and ranging in gibbons: a summary. In: The Lesser Apes: Evolutionary and Behavioral Biology. Edinburg Univ Press Edinburg. 267～281

Foodeng J, Quan G, Luo Y. 1987. Gibbon distribution in China. Acta Ther Sin, 7(3): 161～167

Gittins S, Tilson R 1984. Notes on the ecology and behavior of hoolock gibbons. In: the Lesser Apes: Evolutionary and Behavioral Biology. Edinburg Univ Press, Edinburg, 258～266

Groves C. 1967. Geographic variation in the hoolock or white-browed gibbon (*Hylobates hoolock* Harlan 1834). Folia primatol, 7: 276～283

Haimoff E, Yang X, He S et al. 1987. Conservation of gibbons in Yunnan Province, China. Oryx, 21: 168～173

Islam M, Feeroz M. 1992. Ecology of Hoolock gibbon of Bangladesh. Primates, 33(4): 451～464

Leighton D. 1987. Gibbons: territoriality and monogamy. In: Primate Society Univ of Chicago Press, Chicago, 135～145

Mukherjee R. 1986. The ecology of the hoolock gibbon. *Hylobates hoolock*. In: Tripura, India. In: Primate Ecology and Conservation. Cambridge Univ Press, Cambridge, 115～123

Tan B. 1985. The Status of Primates in China. Primate Conserv, 5: 63～81

Tilson R. 1979. Behavior of hoolock gibbon (*Hylobates hoolock*) during different seasons in Assam. India J Bombay Nat Hist Soc, 76: 1～16

Yang D, Zhang J, Li C. 1987. Preliminary survey on the population and distribution of gibbons in Yunnan Province. Primates, 28(4): 547～549

Yang D. 1993. Resources for *Hylobates* in Yunnan. chinese Primate Res and Conserv News, 2(1): 3

Distribution, Population Size and Conservation of Hoolock Gibbons in West Yunnan

LAN Dao-ying　MA Shi-lai　HAN Lian-xian

(Kunming Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

Abstract　This paper presents and analyzes the historical and recent distribution, population size and conservation of hoolock gibbons in west Yunnan. Based on our sur-

vey and references recording 9 counties have been recorded as its original distribution sites, and the area was about 21 818km^2. Only 3 discontinued parts of present existing have been confirmed: Gaoligong Mountains Nature Reserve, district form Guyong to Sudian and Husa. The area is about 1474km^2, 6.8% of the original area, and only 952km^2 (4.4%) is under protection in nature reserve. The total population estimated is up to 100 groups. and all are isolated in small habitat islands. Bussiness logging leading to habitat isolation is the main threat. Threats to surviving of nature reserve and ill manegement, including logging and financial shortage, are also important conservation problems.

Key words Hoolock gibbons, West Yunnan, Distribution, Population size, Conservation

白眉长臂猿鸣叫的时间特征*

兰道英[1]　马世来[1]　李寿昌[2]　郭　光[3]

（1 中国科学院昆明动物研究所保护生物学中心　昆明　650223）

（2 中国科学院昆明生态所哀牢山生态站　景东　676200）

（3　云南临沧地区林业局　临沧　677000）

摘　要　滇西白眉长臂猿（*Hylobates hoolock*）鸣叫主要发生在上午，最早开始于黎明时分，最晚则在下午 16：30 以后。平均开始时间为 09：05，SD=109.5min（n=70，范围 07：12～16：30），持续时间为 19.7min，SD=9.34min（n=55，R=4～50）。多数鸣叫发生在 07：00～10：00 之间（80%）。不同季节鸣叫发生时间有显著差异，可能与黎明时间（光亮度）不同有关，但持续时间无差异。同一季节异地间鸣叫持续时间差异显著。气候、猿群密度、栖息地状态对鸣叫有一定影响，但未见明显相关性。与黑长臂猿的种间比较表明，白眉长臂猿的鸣叫声在时间分布上有较大的散开度，持续时间也较长，二者有显著差异。

关键词　白眉长臂猿，鸣叫时间特征，持续时间，滇西

中图分类号　Q959.848

鸣叫是长臂猿类非常显著突出的行为，在研究中占有重要地位。长臂猿的鸣叫声可用以监测猿类种群的数量分布变化和有利于采取保护行动（Brockelman et al. 1987）。外国学者对位于阿萨姆和孟加拉的白眉长臂猿（*Hylobates hoolock*）的鸣叫行为进行了一些研究（McCann　1933，Tilson　1979，Gittins　1984，Gittins et al. 1984，Islam et al.　1992），得知该种猿的鸣叫时间主要发生在上午，在不同季节和不同地点有些差异。对位于伊洛瓦底江以东包括我国滇西野生种群的鸣叫行为，则未见报道。1992～1994 年，笔者就滇西白眉长臂猿的现状进行了调查和研究（兰道英等 1995），并对鸣叫声及鸣叫行为进行了初步研究。为了比较不同地区和季节的鸣叫行为，并为调查研究和当地保护监测提供有关鸣叫声的参考数据，本文总结滇西白眉长臂猿的鸣叫时间特征，并与黑长臂猿（*Hylobates concolor* ）的研究进行了比较。

1　方法

我们调查白眉长臂猿的地点和时间及方法详见兰道英等（1995）。主要调查地点在滇西怒江以西的高黎贡山地区，分别在腾冲县大塘（25°40′N，98°40′E），黑泥塘（25°21′N，98°07′E）和盈江县苏典乡木笼河地区（25°11′N，97°52 ′E）。黑长臂猿鸣叫数据来自 1997 年在无量山小坝河（24°20′N，99°41′E）的研究。

在野外考察过程中，从黎明开始持续至下午（一般 16：00～17：00）对一个猿群

* 本文 1999 年发表于《动物学研究》，20(4)：273～277。

鸣叫进行不间断的监测定义为一个群监测天。通过听声定位分析（Brockehnan et al. 1987）确定长臂猿所在地点。二三个听者在各相距 300～1500m 远的地方，利用小型指北针、海拔表和地图，测定和记录鸣叫声方向和时间。数据汇总后用三角交叉法把猿群位置尽可能精确地标在 1∶50 000 地形图上。由于长臂猿是领域性的，生活于 12～58hm² 家域中（Chivers 1984，Leighton 1987），鸣叫点（同一早上或不同时间）距离超过 0.7km，可以认为是不同的群。同时发生或重叠的群鸣叫声，有时方向差异不大或鸣叫点较近时较难区分，交叉点间超过 50m 以上，特别是同一个记录者听来有区别时，即认为是不同的群。对多数群体，需把各记录者当天所记录的猿鸣时间和方向等汇总分析后，才能较准确地确定各群鸣叫与否及次数多少。雨天按前一天天黑后至当天天黑期间，在调查范围内视野所及有无降雨判定。阴天和雾天主要以白天有无至少持续 1h 以上的天气现象来判定，乌云占过 3/4 天空（大半地区无阳光普照）为阴天，大雾迷漫为雾天。鸣叫发生时的即时天气现象也做记录。

我们对鸣叫按地点、月份和群体统计鸣叫开始时间和持续时间，并按天气情况统计鸣叫天数和次数。因不易确定有些鸣叫是否为该天第 1 次鸣叫，故不论是与否，其开始时间和持续时间都用以进行统计处理。对无法肯定开始时间的鸣叫声，则未列入计算，但用于群鸣叫天数和次数的计算。检验方法为非参数的秩和检验（单侧，$p=0.05$），持续时间差异也用了单侧 Student t 检验。

2 结果

2.1 鸣叫时间特征概述

白眉长臂猿最早的鸣叫发生于黎明时分，往后直到下午 13：00～14：00，但主要在上午 12：00 以前发生（图 1）。有一天下午 16：30 以后也听到 1 次鸣叫。鸣叫平均开始时间为 09：05，$SD=109.5$min（$n=68$，$R=$07:12～16：30），平均持续时间为 19.7min，$SD=9.34$min（$n=55$，$R=4\sim50$）。在 07：00～10：00 有 80%的鸣叫发生（表 1）。在黑泥塘，有一群可肯定在 10 天中叫了 5 天，有 1 天叫了 2 次。在苏典木笼河，有 1 只单身雄猿，在 24 天中共鸣叫 21 天 28 次。在全部地点，有 60%的群监测天鸣叫($n=85$)（表 2）。

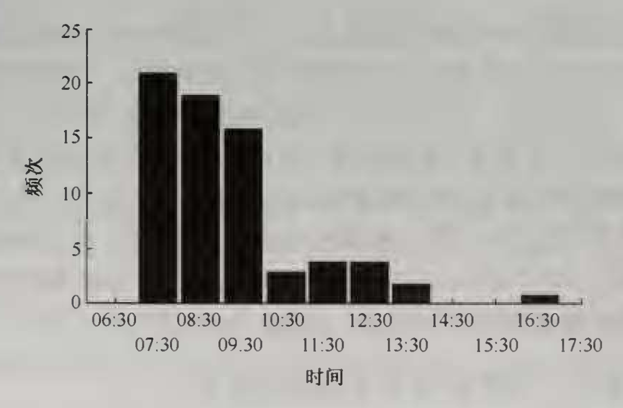


图 1　滇西白眉长臂猿鸣叫时间分布

表 1 滇西白眉长臂猿鸣叫时间参数

月份	地点	平均开始时间/min	持续时间/min		
		$\overline{X}\pm SD$	$\overline{X}\pm SD$	中位数	众数
8 月	大塘	11:22±81(09:22～12:16)(n=4)	22.5(15±30)(n=2)		
11 月	黑泥塘	08:39±57.6(07：36～10:14)(n=7)	12.67±6.11(6～18)(n=3)		
11 月	木笼河	09:12±119.7(07:48～11:06)(n=16)	23.71±12.69(4～50)(n=14)	21.0	16.20
4 月	木笼河	08:46±119.7(07:10～16:30)(n=41)	18.58±7.55(4～39)(n=36)	17.5	12

表 2 环境因素和白眉长臂猿鸣叫发生情况的有关数据

	大塘	黑泥塘		木笼河		滇西汇总
	8 月	5 月	11 月	4 月	11 月	
群数	3	3	3	13	13	
密度/(群·km^{-2})	0.25	0.16	0.16.	0.42	0.42	
人类活动强度①	中	高	高	低	低	
有效监测天数②/天	3	8	6	19	6	13(10)
有雨(鸣叫)天数/天	3(2)	4(2)	-	6(6)	-	39(24)
无雨(鸣叫)天数/天	-	4(2)	6(4)	13(12)	6(6)	14(11)
阴雾(鸣叫)天数/天	3(2)	4(2)	-	6(6)	1(1)	51(86)
群鸣叫天数(群监测天数)/天	2(6)	4(4)	6(11)	33(48)	6(6)	7(43)
多次鸣叫的群天数(群监测天数)/天	1(6)	0(8)	1(5)	3(18)	2(6)	10(8)
10:00 后有鸣叫的天数(阴雨天数)1/天	2(2)	1(1)	1(0)	4(3)	3(2)	

注：①人类活动强度：根据进入调查区城的人口数量和活动，如砍伐、修路、放牧等的比较估计。
②数据基于对少数较肯定群体的监测。

2.2 地点差异及季节性差异

不同地点白眉长臂猿鸣叫时间参数见表 1。中位数和众数偏离平均数一侧表明鸣叫持续时间看来并非为以平均数为中心的对称分布。在木笼河，不同季节之间鸣叫开始时间有显著性差异（$U=2.23$，$p=0.013$），但持续时间无差异（$U=0.65$，$P>0.05$）。同样的季节不同地点（木笼河、黑泥塘在 11 月），鸣叫开始时间无差异（$U=0.80$，$P>0.05$），持续时间则有显著差异(单侧 Student t 检验，$t=2.256$，$df=15$，$P<0.05$)。其他地点之间因季节不同无法比较。雨季鸣叫时间一般较迟，与干季相比有显著的差异(大塘 8 月，其他地点 11 月和 4 月)($U=2.53$，$p=0.006$)。云南和印度阿萨姆白眉长臂猿鸣叫持续时间无显著差异(单侧 Student t 检验，$t=1.317$，$df=167$，$P>0.05$)。

2.3 气候、栖息地、猿群密度等与鸣叫的关系

猿群在各种天气情况下都发生鸣叫，但不在下雨的时刻鸣叫（98.5%）。发生较迟

（10：00 以后）鸣叫现象在阴天和雾天较多（80%）。在晴天的下午未听到鸣叫。在时晴时阴的日子里，发生鸣叫的可能性较大，次数也较多。1992-08-28，大塘的双沟群上午和中午分别叫了 1 次，下午 5 时左右又叫了 1 次（因数据来自向导，未有确切时间记录，文中未统计）。当天凌晨有小雨，白天时晴时阴。1994-04-20，木笼河有一群在下午 16：30 叫了 1 次。当天黎明后为阴天，上午大部分时间下雨，中午为阴天，14：00 后又下起冰雹来，后来则是非常清新喜人的蓝天白云和阳光。鸣叫发生时天气晴朗，猿群数量较多，密度较高，栖息地状态较好，属人为干扰少的地区，猿群鸣叫的天数百分比，鸣叫天的鸣叫次数看来都较高。

2.4 与黑长臂猿鸣叫时间特征的比较

黑长臂猿某些月份的鸣叫时间特征见表 3。鸣叫都在上午发生，以 08：00 为中心，持续时间为 11.7min（4 月和 11 月）。从表 4 可看出，白眉长臂猿和黑长臂猿的鸣叫时间特征之间，无论是开始时间还是持续时间，二者之间都有非常显著的差异（相同季节的对应比较）（开始时间：$U=-3.54$，$p=0.000\ 16$ 和 $U=4.25$，$p=0.000\ 01$；持续时间：$U=-3.56$，$p=0.000\ 33$ 和 $U=3.51$，$p=0.000\ 33$）。白眉长臂猿的鸣叫声在时间分布上有较大的散开度，持续时间也较长。

表 3 无量山小坝河黑长臂猿鸣叫时间差异

年-月份	平均开始时间/min	持续时间/min		
	$\bar{X}\pm SD$	$\bar{X}\pm SD$	中位数	众数
1997-04	07:45±38.7(06:58～09:54) ($n=34$)	12±4.24(7～22) ($n=24$)	12.5	8
1997-11	08:03±29.9(07:20～09:30) ($n=44$)	11.47±3.88(5～28) ($n=43$)	11.7	11.13

表 4 木笼河白眉长臂猿与小坝河黑长臂猿鸣叫开始时间及持续时间差异

	木笼河(4 月)		木笼河(11 月)	
	开始时间	持续时间	开始时间	持续时间
小坝河(4 月)开始时间	959.5/−3.54**			
持续时间		496/−3.56**		
小坝河(11 月)开始时间			742/4.25**	
持续时间				624/3.51**

** 为极显著差异，$P<0.01$，单侧检验。

3 讨论

有关白眉长臂猿的研究，主要集中于阿萨姆和孟加拉。早期的研究者记录了该种鸣叫主要发生在当地 9：00～12：00，偶有在下午 16：00 之后。近 20 年来的研究为进一步了解白眉长臂猿的鸣叫行为提供了更丰富的资料（表 5）。白眉长臂猿发生鸣叫的时

间均在白天，这与其昼行性相一致。鸣叫发生的时间和持续时间长度与其他小猿类总体上无大的不同，但鸣叫的持续时间较长和发生比率较高排在全部小猿种类的前几位(Gittins　1984)。

表 5　白眉长臂猿鸣叫的时间特征比较

地点，季节，作者	持续时间/min	鸣叫发生高峰时间	12 时后鸣叫与否	鸣叫天数百分比/%
Changchang Pani, Assam, India McCann (1933)		12:00 前	是	
Hollongapar, Assam, India	14.4～6.1(4～32)			
夏季		8:00～11:00	是	87
冬季		9:00～11:00	否	
Tilson(1979)				
West Bhanugach, Bangladesh Gittins 等(1984)	20(3～37)		是	47
Lawachara Islam 等(1992)	3～28	8:00	否	
West Yunnan	19.7±9.34	7:00～9:00	是	60

3.1　季节和气候

一般说来，白眉长臂猿鸣叫主要发生在黎明后的数小时之内。特别在干季，鸣叫高峰时间和黎明有一定关系。黎明来得越早，鸣叫高峰期也来得早，这在其他小猿中已得到证实（Chivers 1974，Gittins 1984，Lan 1993），虽然也有异议（蒋学龙等 1997）。

鸣叫作为一种群间相互作用，与活动时间是吻合的。活动时间的迟早与季节性昼夜时间长短变化明显有关（兰道英　1989），体现了生物的活动节律。

气候也会影响白眉长臂猿的鸣叫行为。本文中雨季的数据偏少，但依然可初步看出鸣叫高峰期有推迟的现象。在 8 月，黎明时间是一年中较早的，而猿群鸣叫却较迟。这和上面的说法有矛盾。应该指出，在大塘 8 月的考察期间，基本上每天都下雨。数据较多的木笼河，尽管在干季，有较迟鸣叫发生的天也多数为阴雨雾天。这种现象可能说明鸣叫发生与否和白天光亮度有一定关系。因为黎明时间反映了光亮度变化的迟早，而阴雨雾天通常较为阴暗，尤其是大雾天。当地老百姓认为猿叫预示天气要变化，很可能是注意到天气变化频繁的日子鸣叫较多，且较易为人所注意（午后尚叫）而得出的结论。但猿群在任何天气情况下都会鸣叫，可预报天气变化的说法看来是不正确的。

动物活动强度和动物生存的小环境在不同的气候条件下有很大关系。马来半岛多雨季节食物较少，为了节约能量，白掌长臂猿（*Hylobates lar*）减少游走的距离（Raemaekers　1980）。猿群在下雨天甚至不鸣叫（Gittins et al. 1984）。滇西白眉长臂狼雨季鸣叫时间一般较迟，这可能与下雨天光亮度较低和气温相对较低有关。在云南，雨季

食物总的说来较为丰富，但猿群因活动较不方便可能导致取食量较低，因而也可能导致鸣叫行为较迟和活动强度减弱。

3.2　栖息地和猿群密度

在黑长臂猿中，栖息地质量高的地方或某些季节，食物丰富，鸣叫较早，反之鸣叫较迟（Sheeran　1993，蒋学龙等　1997）。而在本研究的白眉长臂猿中，不同地点鸣叫迟早并未表现出这种规律，鸣叫开始时间没有显著差异。很可能鸣叫发生时间早晚与栖息地条件并无明确关系。木笼河的栖息地比黑泥塘受到较好的保护，状态也更好，而无论同季节或不同季节，猿群的鸣叫开始时间都无显著差别。

猿群鸣叫发生与否和次数看来受到猿群数量、密度（邻近猿群距离的远近）、栖息地状态和人为干扰等影响。近邻猿群越多，距离越近，鸣叫发生可能性也大，次数也多。热带地区的长臂猿等种类鸣叫频次高，次数较多（Gittins　1984），可能和猿群密度较高（Chivers　1984）、邻近猿群间距离近、相互影响较大、相互作用的机会较多有关。状态较好或受人为干扰较少的栖息地食物较丰富、质量较高，很可能为小猿鸣叫声的发生提供了物质基础（能量）和较充足的时间。更为系统的数据用以验证鸣叫与栖息地质量关系是有必要的。

上述分析表明，白眉长臂猿鸣叫的开始时间特征明显表现出季节特异性，但地点（栖息地）特异性较不明显。长臂猿的鸣叫开始时间在不同群间（地点间）有变异，不完全与黎明时间变化同步（蒋学龙等　1997），表明并没有哪一个因素决定猿群鸣叫的时间特征。多种因素的作用使情况很复杂。然而，大量的鸣叫事例肯定会证实，鸣叫时间总体分布应是由自然界的因素（如光亮度）作用形成生物节律的结果。但即时的环境因素如天气、食物状况、邻近猿群的相互作用可通过光亮度、能量状态及时间限制使鸣叫在群间、地点间表现出差异。总的说来，猿类的鸣叫行为体现出生物的节律性和适应灵活性的统一。

主要参考文献

蒋学龙，王应祥. 1997. 黑长臂猿鸣叫行为研究. 人类学学报，16(4)：293～301

兰道英. 1989. 云南西南部地区黑长臂猿（*Hylobates concolor*）群构成、生态和行为的初步研究. 动物学研究，10（增刊）：119～126

兰道英，马世来，韩联宪. 1995. 滇西白眉长臂猿（*Hylobates hoolock*）分布、数量和保护. 见：张洁. 中国兽类生物学研究. 北京：中国林业出版社. 11～19

Brockelman W，Ali R. 1987. Methods of surveying and sampling forest primate population. In：Marsh C W，Mittermeier R A . Primate Conservation in Tropical Rain Forest. New York：AlanR Liss Inc. 23～62

Chivers D. 1974. The siamang in Malaya：A field study of a primate in a tropical rainforest. Contributions to Primatology，4：1～335

Chivers D. 1984. Feeding and ranging in gibbons：a summary. In：Preuscboft H et al. The lesser apes：Evolutionary and behavioral biology. Edinburg：Edinburg University Press. 267～281

Gittins S P. 1984. Tettotorial advertisement and defense in gibbons. In：Preuschoft H et al. The lesser apes：Evollltionary and behavioural biology. Edinburg：Edinburg University Press. 420～424

Gittins S P，Tilson R L. 1984. Notes on the ecology and behaviour of the hoolock gibbon. In：Preuschoft H et al. The lesser apes：Evolutionary and behavioural biology. Edinburg：Edinburg University Press. 258～266

Islam M A, Feeroz M M. 1992. Ecology of hoolock gibbon of Bangladesh. Primates, 33(4): 451～464

Lan D. 1993. Feeding and vocal behaviors of black gibbons (*Hylobates concolor*) in Yunnan: A preliminary study. Folia primatol, 60: 94～105

Leighton D. 1987. Gibbons: territoriality and monogamy. In: Primate society. Chicago: Univ. of Chicago Press, 135～145

McCann C. 1933. Notes on the colouration and habits of the whitebrowed gibbon or hoolock (*Hylobates hoolock* Harl.). J Bombay Net Hist Soc, 36: 395～405

Raemaekers J J. 1980. Causes of variation between months in the distance traveled daily by gibbons. Folia Primatol, 34: 46～60

Sheeran L. 1993. A preliminary study of the behavior and secio-ecology of black gibbons (*Hylobates concolor*) in Yunnan Province, People's Republic of China. Unpublished Ph. D. dissertation. The Ohio State University

Tilson R L. 1979. On the behavior of hoolock gibbons (*Hylobates hoolock*) during different seasons in Assam, India. J Bombay Nat Hist Soc, 76: 1～16

Timing of Hoolock Gibbons (*Hylobates hoolock*) Songs in West Yunnan

LAN Dao-ying[1] MA Shi-lai[1] LI Shou-chang[2] GUO Guang[3]

(1 Kunming Institute of Zoology, the Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

(2 Mt. Ailao Forest Ecosystem Station of Kunming Institute of Ecology, the Chinese Academy of Sciences, Jingdong 676200)

(3 Forestry Bureau of Lincang District of Yunnan, Lincang 677000)

Abstract Vocalization is lesser apes[9] very prominent behavior, which is important when applied in the survey and conservation monitoring. Based on a field work in West Yunnan, this paper presents the timing characteristics of hoolock gibbon (*Hylobates hoolock*) songs and its comparison with other populations studied and with other species, especially black gibbons. The hoolock songs occurred mostly before 12: 00 in the morning, but some in the afternoon. Most songs occurred around the time of 09: 05 (SD=109.5, n=68, range 07: 12～16: 30). The average duration of the songs was 19.7min (SD=9.34, n=55, range 4～50). The gibbons started to call at different times in different seasons, possibly correlated with the dawn time. Among different sites, the starting time was of no clear difference. Usually gibbons called late when it was rainy, especially in wet season. The song starting time showed significant difference between wet season and dry season. The song duration showed significant difference between different sites at the same season. The timing of hoolock gibbons showed time (season) specific characteristics, which might correlate with the dawning time or more exactly with the light tense. The habitat quality, group density and human disturbance would influence the singing frequency of days and times but with no deter-

mined relationships. The comparison between hoolock and black gibbons showed that hoolock song had a longer duration and a wider range of the time distribution, with significant difference.

Key words Hoolock gibbons, Vocalization timing, Song duration, West Yunnan

高黎贡山的小型兽类调查*

龚正达　解宝琦

（云南流行病研究所）

摘　要　本文报道了1985年10～11月对云南西北边陲高黎贡山东坡5个不同森林植物带进行的小型兽类垂直分布的调查结果。共获小兽961只，隶属4目9科30种。调查说明：在不同的景观带里它们的种类和数量组成不同；多数种类都能跨带分布，跨带分布的能力与其在同类群中的数量组成有关；总的分布可构成高山矮灌丛草坡地、森林、山坡耕作地三类；随着纬度的南移，该山脉小兽的密度、种类组成和优势种都随之改变。

过去，我们先后对云南横断山系的白芒雪山（德钦，1965）、老君山（剑川，1980）、点苍山（大理，1981）、鸡足山（宾川，1980）、志奔山（云龙，1983）、宝台山（永平，1984）等地进行了小兽区系及分布的调查工作。中国科学院昆明动物研究所还对碧罗雪山中部做了鼠形啮齿类的垂直分布调查（吴德林　1980），而著名的高黎贡山小兽类的情况迄今未见较系统的调查报道（彭鸿绶等　1981）。

1985年10～11月，我们对高黎贡山山脉北段（贡山县）的东坡进行了小兽的垂直分布调查，同期并对中段（泸水县）2800m处进行了区系调查。调查以夹日法在不同景观（植物带）进行，以油条为诱饵，每布放一日转移地点，每一地点分4～6条夹线进行，夹日数的分配以当地环境范围的大小而定。为提高捕获率，布放工具时有意选择宜小兽栖息活动的环境（如倒木、大树根、乱石窝、沟坎、洞口及跑道等)。此外，辅以笼捕和枪击方法。采获的标本经采集体外寄生虫后分类登记，每种并制作部分标本保存。

1　自然概况

垂直调查的工作区位于怒江和独龙江两大峡谷之间的高黎贡山山脉北段东坡（即贡山县城以西。县城地理位置约东经98°03′，北纬27°68′)。本山西与担当力卡，东与碧罗雪山对峙，三大山脉自北向南并行，高山峡谷相间。山最高约4200m，谷深约1600m，相对高差2000m以上。从地域上看，本区属青藏高原的东南边缘。按动物地理区划应属东洋界，西南区的西南山地亚区。

本区位于印度洋暖湿气流的迎风坡，一年中有两个降雨季节，雨季达9个月之久，常年温凉湿润，无干湿季节之分。怒江、独龙江边年均温度11～15℃，相对湿度78%～80%，年降水量1667～2000mm。气候温和，长夏无冬，但由于地势和坡向不同，气候亦异。

---

* 本文1989年发表于《动物学杂志》，24(1)：28～32。

本区的植被因受气候和地形的影响，呈现出明显的水平分布和垂直分布特征。森林植物的垂直分布情况如图 1 所示。

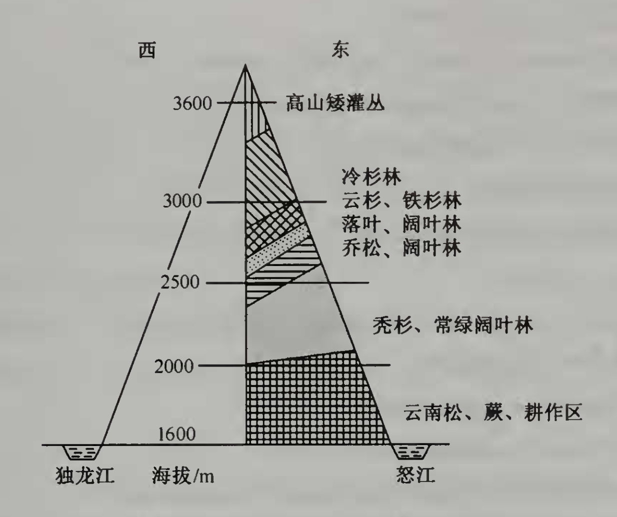


图 1　高黎贡山北段东坡森林植物垂直分布图谱

2　调查结果

本次调查共捕获小兽 961 只，其中夹日法捕获 910 只（贡山 744 只，泸水 136 只），其他方法捕获 51 只（贡山 39 只，泸水 12 只）。它们隶属 4 目 9 科 30 种。

2.1　小兽名录

1. 小林姬鼠 *Apodemus sylvosicus*
2. 齐氏姬鼠贡山亚种 *Apodemus chevrieri gongshanensis* subsp. nov.
3. 社鼠 *Rattus niviventer*
4. 刺毛鼠 *R. fulvescens fulvescens*
5. 大足鼠 *R. nitidus*
6. 白腹鼠 *R. coxingi*
7. 四川白腹鼠 *R. coxingi andersoni*
8. 灰腹鼠 *R. eha*
9. 黄胸鼠 *R. flavipectus*
10. 独龙鼠 *Niviventer brahma*
11. 滇绒鼠 *Eothenomys eleusis*
12. 克钦绒鼠 *E. cachinus*
13. 松田鼠 *Pitymys ircne*
14. 克氏田鼠 *Microtus clarkei*
15. 赤腹松鼠 *Callosciurus erythraeus*

16. 橙腹松鼠 *Dremomys lokriah*
17. 波氏长吻松鼠 *D. pernyi*
18. 隐纹花松鼠 *Tamiops swinhoei*
19. 灰颈鼠兔 *Ochotona forresti osgoodi*
20. 高黎贡鼠兔 *O. gaoligongensis* sp. nov.
21. 背纹鼩鼱 *Sorex cylindricauda*
22. 普通鼩鼱 *S. araneus*
23. 印度长尾鼩 *Soriculus lewcops*
24. 长尾鼩 *S. caudaius*
25. 四川短尾鼩 *Anourosorex squamipes*
26. 多齿鼩鼹 *Nasillus gracilis*
27. 长尾鼹 *Scapionys fusicaudus*
28. 中华姬蝟 *Neoteiracus sinensis*
29. 贝氏树鼩阿萨姆亚种 *Tupaia belangeri assamensis*
30. 黄鼬 *Musiela sibirica*

2.2 高黎贡山（北段）小兽的垂直分布

根据森林植物不同组成的 5 种生境作为调查点，共用 3089 个夹日，捕获小兽 774 只，其中啮齿类最多，有 498 只，占 64.34%；食虫类次之，有 230 只，占 29.72%；兔形类较少，有 46 只，仅占 6.33%。在不同的景观带里它们的种类组成和数量是不同的。

2.2.1 不同垂直带小兽的组成

2.2.1.1 云南松、蕨类、耕作地带，海拔 1600～2000m（I）

本带 1800m 以下大部为山坡耕作地，农、林、牧业活动较频繁，森林砍伐严重。本生境共捕获小兽 7 种（赤腹松鼠为枪击获），种类较单纯。夹日法捕获率较低（19.80%），其中，食虫类数最占优势（76.27%）；啮齿类较少（23.73%）。优势种为四川短尾鼩（47.46%）；常见种为长尾鼩（18.64%）；其他种类较少。

2.2.1.2 秃杉、常绿阔叶林带，海拔 2000～2500m（II）

本带森林较完整，仅下缘有少量农、牧、林活动。本生境共捕获小兽 13 种（橙腹松鼠为枪击获），种类较多。夹日法捕获率最高，达 38.12%。其中，啮齿类数量占优势（60.27%）；其余为食虫类（39.73%）。优势种为小林姬鼠（39.73%）；常见种为中华姬蝟（13.01%）和背纹鼩鼹（11.64%）；其他种类较少或很少。

2.2.1.3 乔松-阔叶混交林、落叶阔叶林、云杉、铁杉林带，海拔 2500～3000m（III）

本带森林植物组成较为复杂，均保持原始状态。本生境共捕获小兽 14 种（波氏长吻松鼠、隐纹花松鼠和贝氏树鼩为枪击获），种类较多。夹日法捕获率亦高，为 34.84%。其中，啮齿类数量占优势（74.68%）；食虫类较常见（16.23%）；兔形类

(灰颐鼠兔）开始出现，但较少（9.09%），其分布下限为 2800m。优势种为滇绒鼠（30.52%）；常见种有小林姬鼠（22.72%）、灰腹鼠（18.83%），后者分布下限为 2800m；其他种类较少或很少。

2.2.1.4　冷杉林带，海拔 3000～3600m（IV）

本生境除冷杉外还有大片箭竹及灌木林丛，沟谷坡度较小，环境较开阔。这里共捕获小兽 15 种（黄鼬为笼捕获），种类最多。夹日法捕获率稍低，为 23.71%。其中，啮齿类数量占优势（68.78%）；食虫类较常见（26.45%）；兔形类较少（4.76%）。优势种为滇绒鼠（26.46%）；常见种有灰腹鼠（17.46%）、小林姬鼠（15.08%）、多齿鼩鼹（14.02%）；其他种类较少或很少。

2.2.1.5　高山矮灌丛带，海拔 3600m 以上（V）

本带以杜鹃灌丛为主，间有石坡，草坡地。本生境仅捕获 5 种小兽，种类最少。夹日法捕获率最低，仅为 9.95%。其中，啮齿类数量占优势（54.05%）；兔形类次之（40.54%）；食虫类较少（5.41%）。优势种为灰颈鼠兔（40.54%）；其次为松田鼠（32.43%）；常见种为小林姬鼠（18.92%）；其他种类较少。

根据山地不同景观、山地地方性气候、小兽的食物和隐蔽条件以及分布特征，人的生产活动和上述情况，高黎贡山的小兽分布可构成：①高山矮灌丛草坡地类。小兽以适宜高山生活的灰颈鼠兔（括高黎贡鼠兔）、松田鼠为主。特点是小兽总密度较低，种类单纯。②森林类。小兽以啮齿类的小林姬鼠、滇绒鼠、灰腹鼠和食虫类的多齿鼩鼹、背纹鼩鼱为主组成。特点是小兽密度较高，种类复杂。③山坡耕作地类。小兽以食虫类的四川短尾鼩、长尾鼩鼱等为主组成，而啮齿类的种类和数量均较少。特点是小兽密度较低，种类亦较单纯。

2.2.2　主要小兽在不同垂直带的数量关系

综上所述和表 1 可以看出，各垂直带的小兽在种类和数量上的组成均不相同，还可以看出，它们多数都能跨带分布，跨带分布的能力通常与其在同类群中的数量组成的大小成正比。但是，同一种小兽的数量是随垂直带的不同而出现垂直变化。

2.2.2.1　啮齿类和兔形类

灰颈鼠兔和松田鼠是森林植物带 V 的优势种，该带为它们的最适栖息地。它们均具一定的跨带分布的能力（它们在带 V～III 的分捕率分别为 4.03、1.13、2.94 和 3.23、0.25），但随着海拔高度的下降，森林的出现，数量明显减少至消失。

滇绒鼠是森林植物带 IV 和 III 的优势种，这两带为其最适栖息地；此外，带 II 也有分布（带 IV～III 的分捕率为 6.27、10.63、3.13），垂直分布范围较宽。

小林姬鼠在森林植物带 II～V 均有分布，垂直分布范围最宽，它不仅为带 II 的优势种，而且为其余各带的常见种（带 II～V 的分捕率为 15.14、7.92、3.85、1.88），但数量随海拔高度上升而递减。

灰腹鼠仅在森林植物带 III～IV 发现（分捕率为 6.56、4.14），为这两种生境的常见种，垂直分布范围相对较窄。

表 1　高黎贡山北段各垂直带小兽的种类及组成

垂直带		V	IV	III	II	I	总数
夹日数		373	1594	442	383	298	3089
捕获总数		37	378	154	146	59	774
总捕获率/%		9.95	23.71	34.84	38.12	19.8	25.06
各种组成/%	松田鼠	32.43	1.06				
	克氏田鼠	2.70	1.32				
	小林姬鼠	18.92	15.08	22.73	39.73		
	滇绒鼠		26.46	30.52	8.22		
	克钦绒鼠		7.14				
	灰腹鼠		17.46	18.83			
	白腹鼠			2.60	6.16		
	社鼠		0.26		4.11		
	刺毛鼠				1.37	6.77	
	大足鼠					8.47	
	齐氏姬鼠贡山亚种					8.47	
	斯氏花松鼠				0.85		
	橙腹松鼠			0.65			
	多齿鼩鼹	5.41	14.02	9.74	6.16		
	长尾鼩鼱		3.44	3.25	6.16	18.64	
	背纹鼩鼱		5.82	1.30	11.64	10.17	
	普通鼩鼱		1.85	1.30	0.68		
	印度长尾鼩		0.79				
	长尾鼩		0.53				
	四川短尾鼩				2.05	47.46	
	中华鼩蝟			0.65	13.01		
	兔形类 灰颈鼠兔	40.54	4.76	8.44			

2.2.2.2　食虫类

多齿鼩鼹在森林植物带 II～V 均有分布，垂直分布范围最宽，但以带 III 数量最多（带 II～V 的分捕率为 2.75、3.39、3.32、0.54），其次为带 IV，其他带分布数量较少。

背纹鼩鼱在森林植物带 I～IV 均有分布，垂直分布范围亦最宽（带 II～IV 分捕率为 2.01、4.43、0.45、1.38），但数量以带 II 最多，其次为带 I，其他带数量较少。

长尾鼩鼱在森林植物带 I～IV 均有分布，垂直分布范围亦最宽，（带 I～IV 分捕率为 3.69、2.35、1.13、0.82），但带 I 数量最多，数量随海拔高度上升而递减。

四川短尾鼩分布较窄，仅在海拔较低的森林植物带 II 以下分布（带 I～II 的分捕率为 9.40、0.78），为带 I 的优势种。

2.2.2.3 高黎贡山（中段）东坡小兽的资料

继北段东坡的垂直调查之后。还对本山脉中段（南移约 200km）东坡 2800m 处的落叶阔叶林带的小兽进行了夹日法调查，共用 456 个夹日（结果如表 2），共捕获小兽 14 种 136 只，总捕率 29.82%。其中，啮齿类占优势（73.53%）；食虫类常见（21.32%）；兔形类较少（5.15%）。本生境中以小林姬鼠为优势种（48.53%）；社鼠为常见种（11.76%）；中华姬鼩（7.35%），灰颈鼠兔（不含高黎贡鼠兔）（5.15%）和印度长尾鼩（5.15%）较少；其他种类很少。

表 2　高黎贡山中段落叶阔叶林带小兽的组成

	夹日数					捕获总数				总捕获率/%				
	456					136				29.82				
种类	小林姬鼠	社鼠	独龙鼠	灰腹鼠	白腹鼠	滇绒鼠	克钦绒鼠	灰颈鼠兔	印度长尾鼩	中华姬鼩	普通鼩鼱	长尾鼩鼱	四川短尾鼩	多齿鼩鼹
组成/%	4.58	11.76	2.94	3.67	4.41	1.47	0.74	5.15	5.15	7.35	0.74	5.15	2.21	0.74

上述结果与本山北段类似的景观和海拔高度的小兽的组成情况比较看出（不包括枪击部分），本山脉随着纬度南移，小兽的密度有所下降，种类增加（多 3 种），优势种改变，其他相同的种类在数量组成上也不相同。

主要参考文献

吴德林. 1980. 碧罗雪山鼠形啮齿类的垂直分布. 动物学研究，2：221～231
彭鸿绶，王应祥. 1981. 高黎贡山的兽类新种和新亚种. 兽类学报，1(2)：167～174

高黎贡山中南段羚牛栖息地和食性初步观察*

艾 怀 森

（云南高黎贡山国家级自然保护区保山管理处　云南　保山　678000）

摘　要　1995年11月至1996年11月，笔者在高黎贡山国家级自然保护区中南段的斋公房地区对羚牛（*Budorcas taxicolor*）各季节的栖息地及取食进行了研究。研究结果表明：羚牛栖息地随季节变化而变化，这种变化与取食密切相关。两年同一季节中羚牛栖息地利用及迁移取食路线十分相似，但基本不重合，存在时间与空间的差异。

关键词　羚牛，高黎贡山自然保护区，栖息地，食性

中图分类号　S865.3

文献标识码：A

文献编号：1007-3353（2000）03-0061-04

羚牛（*Budorcas taxicolor*）属偶蹄目（Artiodctyla）牛科（Bovidae），为我国I级重点保护的珍稀濒危动物，与大熊猫（*Ailuropoda melanoleuca*）、金丝猴（*Rhinopithecus* sp.）一道被称为我国高山林型中的三大珍稀动物。而羚牛指名亚种仅栖息于云南高黎贡山地区和西藏东南部，由于该亚种一般都生活在海拔2100m以上的中山及亚高山地区，加之西南山区山势陡峭，切割剧烈，交通闭塞，开展研究工作十分困难，因此，长期以来对羚牛指名亚种的生态研究几乎是一片空白。1995年11月～1996年11月，笔者在高黎贡山自然保护区南斋公房地区就羚牛栖息地和食性进行了5个季节（秋-冬-春-夏-秋）的调查研究。

1　研究地点、方法及时间

1.1　研究地点

高黎贡山国家级自然保护区位于云南西部边境的保山、腾冲及泸水三市（县），其地理位置介于北纬24°56′～26°09′，东经98°34′～98°50′。保护区气候属中亚热带的水平气候带，在特有的地貌条件和云南独特的大气环流影响下，具有我国西部型季风气候的一般特征，即风向无季节性转换。全年盛行西偏南风，干湿季节十分显著，兼有大陆性气候和海洋性气候的特征。保护区内植被垂直分布明显，由低到高分为河谷稀树灌木草丛，暖性针叶林、季风常绿阔叶林、半湿润常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、温凉性针叶林、山顶苔藓矮林、寒温性竹林、寒温性灌丛、草甸。具体研究地点南斋公房地区位于保护区中偏南部，海拔在2100～3250m，为中山湿性常绿阔叶林（海拔2100～2700m）、山顶苔藓矮林（海拔2700～3100m）及寒温性灌丛、草甸（海拔3100m以上）。

---

* 本文2000年发表于《云南林业科技》，(3)：61～64。

1.2　调查方法

调查方法主要采用样带法，在调查中采用常规的野外观察、通过粪便、足迹及其他羚牛活动的痕迹来确定羚牛经常活动、栖息的区域，然后在典型栖息地内选取 10m×10m 的大样方进行羚牛取食分析。羚牛植物食性分析主要依据于某种植物被取食的频次和程度。

羚牛的粪便与家黄牛（*Bos taurus domestica*）粪便十分相似，但羚牛的足迹与其他任何动物［如家黄牛、苏门羚（*Capricornis sumatraensis* ）等相近的偶蹄动物］都有十分明显的区别。且羚牛群运动时总是有一条主“牛路”（许多头羚牛重复走过的线路），两侧一般 50m 范围内有许多零星的足迹（单头羚牛走过的线路）。我们在调查中根据以上两点来识别羚牛与其他动物的活动。

1.3　调查时间

根据高黎贡山自然保护区的实际情况，将一年分为四季，秋季为 9～11 月，冬季为 12～2 月，春季为 3～5 月，夏季为 6～8 月，每季选一月上山调查。秋季于 1995 年 10 月 26 日～11 月 21 日及 1996 年 11 月 1 日～11 月 17 日、冬季于 1996 年 1 月 10 日～2 月 6 日、春季于 1996 年 3 月 15 日～4 月 8 日、夏季于 1996 年 6 月 7 日～6 月 30 日进山观察。

2　调查结果

2.1　秋季栖息地及食性

在 1995 年及 1996 年秋季的两次调查中，在调查样线上共发现羚牛粪便 69 堆（表 1），其中 61 堆分布在海拔 3100m 以上的山脊样线上，占总数的 88.4%，另 8 堆在海拔 2790m 以上的山顶苔藓林矮林中，占总数的 11.6%。可见，羚牛主要在短鞘箭竹（*Fargesia aff*）林、小叶栒子（*Cotoneaster microphyllus*）灌丛及亚高山草甸中栖息，也到山脊附近的苔藓矮林中活动。最低活动海拔为 2790m，两年同一季节中羚牛栖息活动的场所基本相似但不重合，1995 年秋季在南斋公房垭口以北地区活动，1996 年秋季在斋公房垭口以南地区活动（表 1）。

表 1　羚牛样线调查统计表

调查时间	垂直样线(东西向)羚牛活动情况							硝塘附近羚牛活动情况				山脊样线(南北向)羚牛活动情况						
	海拔/m	西坡			东坡							距斋公房距离	斋公房以北			斋公房以南		
		粪便	足迹	吃痕	粪便	足迹	吃痕	海拔/m	粪便	足迹	吃痕		粪便	足迹	吃痕	粪便	足迹	吃痕
1995 年	2790		1	1								150m						
11 月	>2790		13	13	1							480m	27	多	多	3	少	少
1996 年	1700～2500				17	3	3	2170	15	多	多							
1 月	>2500							2500		多	少							

续表

调查时间	垂直样线(东西向)羚牛活动情况							硝塘附近羚牛活动情况				山脊样线(南北向)羚牛活动情况						
	海拔/m	西坡			东坡							距斋公房距离	斋公房以北			斋公房以南		
		粪便	足迹	吃痕	粪便	足迹	吃痕	海拔/m	粪便	足迹	吃痕		粪便	足迹	吃痕	粪便	足迹	吃痕
1996 年 4 月																		
1996 年	>2300							2500										
6 月	2170				116	多	多	2170	116	多	多							
1996 年	2990		1	1								80m	1	少				
11 月	>2990	7	4	4	1	1						500m			30	多	多	

羚牛秋季以乔木茵芋 *Skimmia arborescens*、橐吾 *Ligularia* sp.、锐齿凤仙花 *Impatiens arguta*、头花蓼 *Polygonum capitatum*、龙胆 *Gentiana* sp. 等为主食，在所做的样方中，从未发现有箭竹及禾草被吃痕迹。在食性样方调查中，除 1 个样方中有一棵乔木茵芋被羚牛踏倒死亡（死亡率 7.7%）外，其他样方中均未出现因羚牛取食而使植株死亡的现象。

2.2 冬季栖息地与食性

通过 1996 年 11 月冬季的调查，羚牛只在山体较长、高山温泉（硝塘）较多的东坡活动，在样线调查中共发现 17 堆粪便（表 1），均分布于 2170～2500m 的中山湿性常绿阔叶林中，羚牛栖息地的植被，乔木以木荷、含笑、青冈等为主，小乔木小灌木以乔木茵芋、鹅掌柴（*Schefflera* sp.）、鸡骨柴为主，草本以冷水花（*Pilea* sp.）、禾草和莎草为主。

在金厂河硝塘（海拔 2170m）附近发现了 15 堆羚牛粪便及许多足迹和取食痕迹，这说明羚牛冬季（11 月）也到硝塘边食硝补充盐分，而不是如常规所认为的那样，羚牛仅在立夏前后才食硝补充盐分。

羚牛冬季主要取食的植物有：锐齿凤仙花、冷水花、秋海棠（*Begonia* sp.）、高山蓼等肉汁草本植物；鹅掌柴、乔木茵芋、悬钩子（*Rubus* sp.）及绣球花（*Hydrangea* sp.）等小灌木、小乔木、藤本植物的叶与嫩枝。被羚牛取食后植株的存活率 100%，在冬季调查中也未出现羚牛取食禾草及莎草等植物。

2.3 春季栖息地及食性

在南斋公房地区未发现羚牛活动的痕迹。

2.4 夏季栖息地及食性

通过 1996 年（5 月～6 月初）夏季的调查，发现 116 堆羚牛粪便均在海拔 2170m 处的金厂河温泉边（表 1），这说明夏季是羚牛食硝补充盐分的主要季节，羚牛也主要是在硝塘附近栖息。栖息地乔木以马蹄荷、杜英、木荷等为主，灌木有八仙花、鹅掌柴等，草本植物有冷水花、禾草、蕨类等。羚牛夏季食性与冬季基本相似，以凤仙花、冷水花等肉质草本的茎叶及鹅掌柴、乔木茵芋、悬钩子及绣球花等小乔木小灌木及藤本植

物的叶及嫩枝为食。

2.5　几个重要的发现

（1）羚牛在每一个季节都按一定方向做纵向的有规律的迁移，但每次的迁移路线不完全重复（只在硝塘等主要地点重复）。

（2）羚牛通常只在迁移路线周围取食，在离开迁移路线较远（大于 50m）的同一海拔高度上生境虽然十分相似，却往往无羚牛取食的痕迹。

（3）羚牛一般只取食高度超过 40cm 的植株。

（4）羚牛只有在休息地或硝塘附近才成片地散开取食，休息地、硝塘附近是羚牛主要取食地。

3　讨论

（1）羚牛栖息地及迁移取食路线的不重合性可能与羚牛对栖息地的合理利用有关。羚牛作为一种大型植食动物，取食量较大，据文献记载，成年羚牛日食量为 10～12kg，如果成群的羚牛重复利用同一栖息地内的食物可能会导致食物资源枯竭。

（2）羚牛的迁移可能主要与取食及食硝补充盐分有关，而不像习惯认为的仅与气温升降有关。根据笔者一年的研究发现，冬季与夏季羚牛都在低海拔地区活动。

（3）春季，笔者在南斋公房地区未发现羚牛活动的痕迹，这可能与羚牛群的领地范围较大有关，而羚牛群的领地范围有待进一步研究。

（4）羚牛不取食禾草、莎草等植物可能与这类型的植株较矮有关，也可能是在进化过程中形成了羚牛与其栖息环境中的其他动物（如苏门羚、毛冠鹿等）食性的分离，这有待于进一步研究。

（5）乔木茵芋对动物通常都具有一定的毒性，而羚牛却有取食乔木茵芋的偏好，这种现象有待于进一步研究。

（6）羚牛冬夏季食硝补充盐分可能与羚牛的生殖有关，根据金厂河硝塘水质化验结果（云南省林业勘察规划设计院大理分院黄菊清高级工程师提供）：硝塘水质 pH＝7.1，Ca 含量 2.56mg/L，Mg 含量 5.29mg/L，总氮为 0.19mg/L，总硬度为 0.785（德国硬度）。硝塘水内 Ca、Mg 含量较高，而 Ca、Mg 正好是羚牛繁殖中需要量较大的元素。冬季是羚牛繁殖准备阶段，夏季则是羚牛发情交配的阶段（羚牛于每年 5～9 月发情交配）。

（7）植株被羚牛取食后存活率接近 100%，使得植物能够在一定时间内恢复，这可能是羚牛能够在生物群落生长量较低的中、高山地区生存繁衍的原因之一。

主要参考文献

吴家炎．1990．中国羚牛．北京：中国林业出版社．63，169

西南林学院．1995．高黎贡山国家自然保护区．北京：中国林业出版．61～69，108～109

艾怀森．1988．高黎贡山的羚牛．云南林业，(3)7

Preliminary Observation on Habitat and Feeding Habit of *Budorcas taxicolor* in South central Section of Gaoligong Mountain

AI Huai-sen

(Management Office in Baoshan, Gaoligong Mountain State Natural Reserves, Baoshan Yunnan 678000, China)

Abstract From November of 1995 to November of 1996, investigation on habitat and feeding habit of *Budorcas taxicolor* was conducted in Nanzai regions of Gaoligong Mountain State Natural Reserves. Belt transect method was used for field observing, and the habitat regions of *Budorcas taxicolor* were determined by their excrement, footprint and activity trace of other *Budorcas taxicolor*. Then, feeding habitat was analyzed by taking sample plots of 10m×10m in typical habitat of *Budorcas taxicolor* changes is related closely with alimentation.

Key words *Budorcas taxicolor*, Gaoligong Mountain Natural Reserves, habitat, feeding habit

羚牛在中国的地理分布与生态研究现状*

艾 怀 森

（云南高黎贡山自然保护区保山管理局，保山 678000）

摘 要 羚牛（*Budorcas taxicolor*）是一种大型草食动物，现存 4 个亚种。中国是世界上羚牛资源最大的拥有国，羚牛研究工作也主要集中在中国，自 1966 年开始，中国学者对羚牛生态进行了广泛的研究，并取得了许多成果，本文在查阅大量的资料的基础上，对羚牛的地理分布、栖息地、生境、食性、种群、行为、习性等生态学方面的研究方法、研究状况及研究成果等进行了分析汇总，并对 4 个亚种的研究状况进行了对比，同时也针对今后羚牛生态学的研究方法、研究方向提出了自己的看法。

关键词 羚牛，生态，地理分布

羚牛（*Budorcas taxicolor* Hodgson 1850）隶属偶蹄目（Artiodactyla）、牛科（Bovidae），是一种大型草食动物，现存 4 个亚种，即指名亚种 *B. taxicolor. taxicolor*、秦岭亚种 *B. taxicolor bedfordi*、四川亚种 *B. taxicolor tibetana* 和不丹亚种 *B. taxicolor whitei*，是亚洲特有的大型兽类，与大熊猫（*Ailuropoda melanoleuca*）、金丝猴（*Rhinopithecus* spp.）一道被称为中国高山林型中的三大珍稀动物（吴家炎等 1990）。

中国是世界上羚牛资源最大的拥有国，羚牛研究工作也主要集中在中国（宋延龄等 2000）。但是，在 1949 年前，羚牛的研究主要是外国学者对种属分类方面的研究；1949 年后，中国许多专家学者投入了对羚牛的研究，在羚牛的形态解剖、生理生化、生物学特性、分布、生态、饲养繁殖、保护管理等方面进行了广泛的研究，并取得了许多成果（吴家炎等 1990）。本文重点讨论羚牛在中国的地理分布与生态研究现状。

1 中国羚牛的地理分布

现代羚牛的 4 个亚种在中国均有分布记录，其中四川亚种和秦岭亚种是中国特有亚种。现存的羚牛主要分布在中国的陕西、甘肃、四川、云南、西藏等省区，与中国毗邻的印度、缅甸、不丹也有少量的分布，实际上是沿秦岭、岷山、邛崃山、凉山、高黎贡山、喜马拉雅山山系分布（吴家炎 1986）。1979 年在西藏采到羚牛不丹亚种的标本，首次证实了羚牛不丹亚种在中国也有分布（吴家炎等 1981）。

羚牛秦岭亚种分布于秦岭主山脉海拔 1500～3600m；羚牛四川亚种分布较广，包括四川西部及甘肃东南部，沿四川盆地西缘的高山深谷地带分布，川西南横断山脉地带是其分布的最南限；羚牛不丹亚种在中国主要分布于藏东南及雅鲁藏布江中游的高山峡谷

* 本文 2003 年发表于《四川动物》，23(1)：16～20。

地带；羚牛指名亚种则分布于云南高黎贡山及西藏东南部的察隅、墨脱等地（吴家炎等 1990）。

2 羚牛的生态研究现状

中国学者对羚牛生态的研究起步较早，从 1964 年开始，陕西省动物研究所就在太白山对羚牛秦岭亚种的生态进行了初步观察（吴家炎等 1966）。但是 1990 年以前，研究工作都是以野外观察、分类、分布等方面的调查研究为主，《中国羚牛》一书是这一时期的最有代表性的阶段性成果（吴家炎等 1990）。20 世纪 90 年代后期开始，在陕西秦岭对羚牛秦岭亚种成功地应用无线电跟踪仪就其集群类型、种群数量与结构特征、群体分离与重组的变化、独栖现象、家域、防御和舔盐行为、春夏季昼夜活动节律与时间分配等方面进行了长期跟踪研究（宋延龄等 1999，2000，曾治高等 1998a，1998b，1998c，1999，2000，2001a，2001b），使中国羚牛生态研究登上了一个新的台阶。今后对羚牛其他亚种的生态学研究时，应用无线电跟踪技术跟踪研究羚牛的方法值得借鉴。

2.1 栖息地与生境

对羚牛栖息地与生境的研究一般都采取直接观察羚牛实体及活动痕迹的方法，这种方法在人们对羚牛栖息地与生境的定性描述中起到了相当重要的作用。1990 年后，逐渐开始采用样线调查法，以羚牛粪便为具体研究对象，运用野生动物丰富度指数分析法对每条样线和不同生境中羚牛的丰富度进行分析，以此确定羚牛的生境偏好和栖息地选择（马亦生 1999，艾怀森 2000，麻奎太 2001）。采用此法可就羚牛对生境和栖息地的偏爱进行定量分析，得出的结论较为可信，在动物生境与栖息地利用研究中值得推广，但是使用这种方法时必须分层取样，且确保取样数据的足够多，同时要利用置信区间分析所得结论的可信度。

羚牛各亚种栖息地的共同点是植物和水源丰富、气温凉爽湿润、有盐碱地（吴家炎 1981），但是羚牛不同亚种栖息地海拔高度及植被类型有所不同。不同学者在陕西太白山（吴家炎 1966，马亦生 1999）、牛背梁（吴家炎等 1983）及甘肃陇南山（陈钧 1983）、白水江自然保护区（黄犁华等 1996）等不同地区对羚牛秦岭亚种的栖息地调查后得出的结果基本相同，羚牛秦岭亚种的垂直活动范围在海拔 1300～3500m，主要栖息地范围在海拔 2200～3600m 的针阔混交林及针叶林中。羚牛四川亚种的垂直活动范围在 1550～4500m（邓其祥 1984），主要栖息地范围在海拔 2100～3600m 的针阔混交林和针叶林带，与秦岭亚种基本相似（吴家炎等 1990）。羚牛指名亚种垂直活动范围在海拔 1900m 以上直到山脊，主要栖息地范围在 2700～3900m 的山顶苔藓矮林、温凉性针叶林、寒温竹林及高山草甸等植被带中（王应祥 1995）。羚牛不丹亚种活动范围在海拔 3200～5200m，主要栖息地范围在海拔 3500～4500m 的高山针叶林及高山灌丛草甸两植被带带内，是羚牛中栖息地海拔最高的一个亚种（吴家炎等 1990）。所有研究都表明，羚牛对栖息地的利用存在着时间和空间的差异。羚牛不同亚种对栖息地利用的偏好和栖息地利用的季节性变化方面的定量研究较少，而这方面的研究对羚牛不同亚种的保护管理，尤其是对种群的恢复和发展具有重要的指导作用。因此，应加强这方

面的研究。

相同地域内，羚牛与相近物种［如鬣羚（*Capricornis sumatraensis*）、斑羚（*Naemorhedus goral*）等］在生境选择上虽然有部分重叠，但它们对生境的利用方式有显著的差异。在春季，羚牛主要利用海拔较高、食物丰富度较高、灌木较大、离灌木较远的生境；鬣羚、斑羚主要利用海拔较低、食物丰富度中等、灌木较小、离灌木较近的生境。在冬季羚牛主要利用坡度适中、海拔适中、乔木较大、乔木较稀、离乔木适中的生境；鬣羚主要利用坡度较陡、海拔较高、乔木较小、乔木较稀、离乔木适中的生境；斑羚主要利用坡度较缓、海拔较低、乔木较小、乔木较密、离乔木近的生境（吴华等 2001）。从总体看，羚牛与同域分布的其他大中型食草类动物相互关系方面的研究一是数量较少，一是多为定性研究，今后值得加强。因为这方面的研究对了解羚牛与其他食草动物种间相互关系，各自对栖息地利用的偏好，特别是在保护管理中对不同种群间的栖息地管理、种群发展等具有指导意义。

2.2 食性研究

羚牛的食性一直为所有羚牛生态研究者所关注，食性研究通常采用直接观察羚牛取食及取食痕迹的方法，以此确定羚牛取食的食物种类（吴家炎等 1986，艾怀森 2000，曾治高等 2001b）。20世纪80年代初曾有采用羚牛标本胃检等方法的报道（吴家炎 1986）。但胃检法有很大的局限性，且与野生动物保护理念有冲突，不宜提倡，而直接观察羚牛取食及取食痕迹的方法也有一定的局限性。如果在食性研究中引入粪便分析法，对羚牛食性的深入了解会有较大的帮助。

食性研究结果表明，羚牛取食广泛，羚牛各亚种取食涉及植物38科104种（吴家炎等 1986）。对陕西佛坪自然保护区羚牛秦岭亚种的研究，共记录到该亚种野外采食的植物是58科161种，其中草本植物占34.9%、木本植物占62.7%、苔藓和蕨类植物占4.4%（曾治高等 2001）。研究还表明秦岭羚牛食物呈季节性变化，春夏季采食的植物种类较秋冬季多，而且它对采食植物的部位也有一定的选择性，以采食植物的嫩叶为主，同时还有啃食树皮的习性（曾治高等 2001）。在羚牛食性研究方面存在的明显不足之处是没有对羚牛野外取食做定量分析方面的研究，野外取食做定量分析研究对羚牛这种珍稀濒危动物的迁移地保护具有现实意义，今后羚牛食性研究工作重点应放在这方面。此外，食物偏好、大宗食物、应急食物、消遣食物、特殊食物等方面的研究在羚牛生境管理中具有特别的价值，但目前还没有这方面的研究资料，今后在羚牛的食性研究中对此有足够的重视。

羚牛各亚种都存在嗜盐习性，它们通过舔食含盐分较高的泥土来补充身体所需的微量元素（吴家炎等 1986），这一认识为所有的羚牛研究者认同。羚牛舔盐不仅与增强自身体质及机体的抵抗能力有关，而且与生育有关（吴家炎等 1986，曾治高等 1998，艾怀森 2000）。研究还表明，羚牛对盐源的占有具有一定的等级序位，高序位者舔盐时处于优势地位，而盐源的存在对羚牛的迁移活动有一定的影响（曾治高等 1998b）。

2.3 种群研究

1990 年前，对羚牛的种群研究都是进行直接观察（吴家炎等 1966，1981，1983，1986，葛桃安 1989）；20 世纪 90 年代后期，开始引入无线电跟踪器对羚牛种群进行跟踪调查（曾治高等 1998c，2000，宋延龄等 1999），无线电跟踪器对羚牛进行跟踪调查的方法对种群研究非常有效。在羚牛其他亚种的生态学研究中，值得借鉴秦岭羚牛的研究方法，应用无线电跟踪技术使种群生态研究，尤其是种群结构、个体行为、活动节律和时间分配等方面的研究工作深化下去。但用无线电跟踪器对羚牛种群进行跟踪调查的成本较高，无线电跟踪器都必须从国外进口，在课题设置中设计者要对此有充分考虑。

羚牛是一种大型集群动物，对羚牛种群的研究主要是针对羚牛群体的研究。一种观点认为兽群可分为家群、族群和聚集群，且随季节变化而有分群和合群现象（葛桃安等 1989）；另一种观点认为，按羚牛群体大小和结构应将羚牛群分为家群、混合群、社群、聚集群和独牛 5 种类型（宋延龄 1999）。后一种观点更能够全面地反映出羚牛的群体特征，家群是由具有亲缘关系的个体组成，在羚牛各类型的集群中占据核心地位，是构成其他类型的羚牛群的基本单位。社群（族群）是同一区域的几个家群组成的相对稳定的群体，组成社群的羚牛数量大同小异，有观察到羚牛社群大小为 10～30 头的报道（吴家炎等 1986；宋延龄等 1999），也有观察到羚牛社群大小为 15～45 头的报道（葛桃安等 1989）。聚集群则是由几个社群暂时性地集结在一起而形成的较大的群体，与社群相比，聚集群非常不稳定（吴家炎等 1986，葛桃安等 1989，宋延龄等 1999）。独牛是单独活动的羚牛个体，是羚牛群体的一个特殊形式，有人认为独牛是老、弱、病、残的羚牛离群独栖生活，是羚牛个体发生的必然规律，它们日趋衰弱，濒于死亡的边缘也是必然趋势（袁重桂等 1990）。另外的学者在对秦岭亚种观察后则发现，独牛中有老牛雄性个体、也有青壮牛雄性个体、雌性个体、亚成体和幼仔。独牛的形成与繁殖有关，同时还与疾病、防御、迁移有关。独栖羚牛在不同的季节、不同的生境中均可见到，绝大多数老年独牛活动区域的海拔都低于集群羚牛的活动高度。羚牛老、弱、病、残个体是被动地接受单独活动这种生存方式。羚牛老、弱、病、残个体在离群活动后，其活动节律与群体中的羚牛有一定差异，这种差异在夜间活动时间及活动率方面表现得更加明显。健壮雄性独牛的存在是羚牛群在进化过程中形成的一种适应策略，单独活动是健壮雄性羚牛个体主动选择的一种生活方式，这对促进遗传物质在羚牛种群间自由交换，增加种群内遗传多样性，减少近亲繁殖等具有重要意义（宋延龄等 1999）。

在羚牛的各集群类型中，家群最稳定，社群次之，混合群最差。虽然家群最稳定，但是除母牛及其幼仔外，家群中的其他成员也经常变化，羚牛的亚成体也不是构成家群的稳定成员。繁殖是羚牛聚群类型变化的主要原因之一，羚牛反捕食及护幼的行为也会影响羚牛群的分群与重组（曾治高等 2000）。

2.4 行为与习性研究

1990 年以前有许多学者对羚牛行为作过观察报道，这些报道涉及羚牛采食、移动、

嬉戏、休息、御敌、护仔等行为，为以后的羚牛行为研究打下了一定的基础，但是这种观察结果比较简单，其学术价值有限（田星群 1985，王小明等 1987，葛桃安 1988，梁齐慧等 1990）。20 世纪 90 年代后期，有人在陕西佛坪自然保护区对秦岭羚牛的防御行为、家域、春季昼夜活节律与时间安排等行为进行了较为深入的研究，但是羚牛行为学研究的成果依然很少（曾治高等 1998a，2001a，宋延龄等 2000）。

羚牛防御行为的过程包括：发现、警觉、示警、御敌 4 种。羚牛通过视觉、嗅觉和听觉发现异常情况；稍有异常情况就会进入警觉状态；所有的羚牛个体均能通过声音和动作向同伴进行示警，但是 3 龄以下的羚牛发出的示警行为往往得不到足够的重视；御敌行为包括：聚集、威胁、护幼、攻击、逃跑。逃跑是羚牛躲避敌害的主要手段。羚牛逃跑时有分群现象，而且群体的大小对羚牛分群行为有影响，群体越大分群逃跑的可能性越大，当群体较小时（<10 只），羚牛一般不分群逃跑。若群体中有亚成体及幼仔，羚牛群遇到危险又不能迅速逃跑时，羚牛具有明显的护仔行为（曾治高等 1998）。

羚牛家域是羚牛行为生态学的重要内容，秦岭羚牛平均年家域面积为 56.8km^2，而羚牛家域的季节性变化与栖息地内食物资源的质量、数量及分布的季节性变化有关，而且羚牛个体之间的家域大小也有差异，此外，地形对羚牛的家域大小也有影响。羚牛个体的家域存在着重叠，但对同一区域的资源利用存在着时间和空间上的隔离。羚牛的家域相对比较稳定，但未见有明显的领域行为（宋延龄等 2000）。羚牛家域大小的变化是评价羚牛栖息地质量、估测栖息地的负载量、确定保护有生存力的最小种群所需的栖息地面积的重要参数，家域的研究对羚牛的保护具有十分重要的作用。因此，应对尚未进行过家域研究的羚牛其他亚种也开展家域方面的研究。

秦岭羚牛春夏季的活动规律以白昼活动为主，白昼间羚牛有 3 次活动高峰，高峰期与羚牛群体采食的时间吻合。羚牛的昼夜活动节律的形成与变化可能受到诸如阳光、气温、雨等气候条件的影响，此外，羚牛昼夜活动规律时间分配方面的差异在年龄上也有所体现，在白昼亚成体比成年个体的活动时间长，而在夜里也保持有较强的活动强度，而老年个体在夜间几乎完全处于休息状态（曾治高等 2001）。

虽然对羚牛秦岭亚种的防御行为、家域等行为进行过较深入的研究，对羚牛各亚种采食、移动、嬉戏、休息、护仔等行为与习性方面都做过观察记录，但是，总体说来羚牛行为与习性研究还比较粗浅，而对羚牛保护最具现实意义的野外繁殖行为研究还是空白，因此，今后不仅可从羚牛采食、移动、嬉戏、休息、护仔等方面做定量的研究，而且更急需做野外繁殖行为研究。

3 小结

通过对羚牛不同亚种生态研究内容的分析可以看出，在羚牛生态研究中，针对羚牛秦岭亚种的研究最多（陈钧 1983，黄犁华 1996，麻奎太等 2001，马亦生 1999，宋延龄等 1999，2000，吴家炎 1986，吴家炎等 1966，1983，1986，1990，曾治高等 1998a，1998b，1998c，1999，2000，2001a，2001b），几乎涉及羚牛生态学的方方面面，并且在 20 世纪 90 年代后期，无线电跟踪技术被引入到羚牛秦岭亚种的研究中，极大地提高了研究效率及准确性（宋延龄等 1999，2000，曾治高等 1998a，1998b，1998c，1999，2000，2001a，2001b）。同时也发表了一批具有较高理论水平的论文。

羚牛四川亚种的研究次之，对羚牛四川亚种采用的研究方法是直接观察实体及间接调查粪便痕迹等传统的方法，主要是针对生境、栖息地方面的研究，也有少量种群结构与行为方面的研究（葛桃安 1988，葛桃安等 1989，王小明 1987，吴华等 2001，吴家炎 1986，吴家炎等 1986，1990，袁重桂等 1990）。

研究得最少的是羚牛不丹亚种和指名亚种，针对羚牛不丹亚种的研究仅局限于羚牛不丹亚种分类、栖息地、食性及分布等方面（吴家炎 1981，1986，吴家炎等 1981，1986，1990）。对羚牛指名亚种的研究较不丹亚种更少，仅有少数学者就其分类、栖息地、食性及分布进行过初步观察（吴家炎 1986，吴家炎等 1986，1990，艾怀森 2000）。由此可见，羚牛不丹亚种和指名亚种的生态研究还有非常大的空间，尤其是羚牛指名亚种主要分布于中国云南高黎贡山及西藏东南部的察隅、墨脱等地，加强羚牛指名亚种的研究不仅可弥补中国羚牛研究的空白，而且对羚牛指名亚种的保护也具有十分重要的作用。

致谢 本文写作过程中一直得到西南林学院周伟教授精心指导，并多次反复修改文稿，谨表诚挚谢意。文献收集过程中承蒙中国科学院动物研究所宋延龄研究员惠寄文献，并得到了中国科学院昆明动物研究所图书馆的多方帮助，在此一并表示谢意。

主要参考文献

艾怀森. 2000. 高黎贡山中南段羚牛栖息地与食性初步观察. 云南林业科技，3：61～67
陈钧. 1983. 甘肃陇南山地羚牛的生态地理. 生态学杂志，3：45、25
邓其祥. 1984. 天全县蜂子河羚牛生态观察. 动物学杂志，6：30～33
葛桃安，胡锦矗，江明道等. 1989. 唐家河自然保护区扭角羚的兽群结构及数量. 兽类学报，9(4)：262～268
葛桃安. 1988. 扭角羚御敌与护幼. 野生动物，5：30～31
黄犁华，张涛，杨文赟等. 1996. 白水江自然保护区羚牛的分布与栖息地特征. 兽类学报，16(3)：230
梁齐慧，李岗. 1990. 羚牛行为观察. 大自然，1：18
麻奎太，郑松峰，何百锁等. 2001. 夏秋季羚牛对长青自然保护区境内栖息地的选择初报. 动物学杂志，36(4)：66～69
马亦生. 1999. 太白山自然保护区羚牛分布初步调查. 兽类学报，19(2)：155～157、149
宋延龄，曾治高，张坚等. 2000. 秦岭羚牛的家域研究. 兽类学报，20(4)：241～249
宋延龄，曾治高. 1999. 秦岭羚牛的集群类型. 兽类学报，19(2)：81～87
田星群. 1985. 羚牛行为观察. 野生动物，6：49
王小明，邓启涛. 1987. 唐家河自然保护区羚牛观察. 野生动物，6：16
王应祥. 1995. 兽类. 见：薛纪如. 高黎贡山国家自然保护区. 北京：中国林业出版社. 277～299
吴华，胡锦矗. 2001. 四川唐家河羚牛、鬣羚、斑羚春冬季生境选择比较研究. 生态学报，21(10)：1627～1633
吴家炎，韩亦平，邓凤鸣. 1983. 秦岭羚牛及其保护. 野生动物，1：14～18
吴家炎，韩亦平，雍严格等. 1986. 中国羚牛食性及种群特征的初步研究. 动物世界，3(2～3)：1～4
吴家炎，吕宗宝，邓永烈. 1966. 秦岭太白山地区羚牛生态的初步观察. 动物学杂志，8(3)：107～108
吴家炎，牛勇. 1981. 我国兽类的新记录——不丹羚牛. 动物分类学报，6(1)：105
吴家炎. 1981. 西藏羚牛调查. 动物学杂志，4：16
吴家炎. 1986. 中国羚牛分类、分布的研究. 动物学研究，7(2)：167～174
吴家炎. 1990. 中国羚牛. 北京：中国林业出版社
袁重桂，胡锦矗，吴毅等. 1990. 唐家河自然保护区冬季独栖羚牛及其习性. 动物学研究，11(3)：204～207
曾治高，宋延龄. 1998a. 羚牛防御行为观察. 兽类学报，18(1)：8～14
曾治高，宋延龄. 1998b. 秦岭羚牛的舔盐习性. 动物学杂志，33(3)：31～33

曾治高，宋延龄，巩余生. 1998c. 佛坪自然保护区羚牛的种群数量与结构特征. 兽类学报，18(4)：241～246
曾治高，宋延龄. 1999. 秦岭羚牛中独栖现象的初步研究. 兽类学报，19(3)：169～175
曾治高，宋延龄，巩余生. 2000. 秦岭羚牛群体分离与重组的变化. 兽类学报，20(3)：161～167
曾治高，宋延龄. 2001a. 秦岭羚牛春夏季昼夜活动节律与时间分配. 兽类学报，21(1)：7～14
曾治高，宋延龄，钟文勤等. 2001b. 秦岭羚牛的食性. 动物学杂志，36(3)：36～44

高黎贡山小熊猫生态对策初步研究*

胡　刚

（西南林学院森林保护系　昆明　650224）

关键词　小熊猫，生态对策，高黎贡山

小熊猫（*Ailurus fulgens*）产于喜马拉雅山-横断山脉地区，是地史保存下来的第三纪孑遗动物。由于长期的生存竞争和自然选择结果，使其营养生态位由高质量、竞争大的肉食转向低质量、竞争小但营养成分稳定的竹类。其头骨、臼齿和前掌都已特化，适于咀嚼和抓食竹子。但由于其消化道仍是典型的食肉型，只能从竹子细胞的可溶性物质中获取能量。而竹子的植物纤维含量高。细胞可溶性物质含量低，小熊猫必须要采取某种优化的生态对策来保证自身生存、繁衍的能量需要。本研究旨在从生境和食物的选择方面对该地区小熊猫的生态对策进行探讨。

1　研究地点

高黎贡山自然保护区位于云南西部 98°34′～98°50′E，24°56′～26°09′N，北接青藏高原东缘，南北走向。受青藏高原的屏障作用，该地区 5 月至 10 月上旬为雨季，10 月下旬至次年 4 月为旱季。山体切割剧烈，海拔 1090～3916m。植被从干热河谷稀树灌丛、常绿阔叶林、针阔混交林、高山暗针叶林、高山灌丛草甸直至流石滩。

限于人力和经费，经过预研，研究区域先在片马丫口附近，海拔 2800～3400m 约 30km² 的区域内，该区域地势复杂陡峭，气候随海拔、坡向变化较大。植被主要有：①温凉性针叶林，分布于海拔 2800～3200m。乔木主要是云南铁杉（*Tsuga dumisa*）、华山松（*Pinus armandi*），呈零星片状分布，间有栎类、桦木及冷杉，成层现象明显。林下灌丛有箭竹、杜鹃，盖 度随林形和地势而异，一般达 50%，高者可达 90%。②寒温性灌丛，分布在 3200～3400m，以箭竹、花楸和杜鹃为主，其上层间有苍山冷杉（*Abies delavayi*），下层草本多为蕨类与禾本科植物。

研究区域内小熊猫所食竹类为：①矩鞘箭竹（*Fargesia arbiculata*），分布在海拔 3000～3400m，高 1.5～2.5m，密度 5～66 株/m²，并随海拔上升而增高。②云龙箭竹（*F. papyrifera*），分布于海拔 1800～3200m，高 2～5m，密度 4～13 株/m²。

2　研究方法

沿山脊在东西坡海拔 2800～3400m 分别设 4 条样带，共 8 条。按一定时间间隔（约 2 个月），沿样带搜寻并记录各样带上小熊猫活动痕迹（采食残迹、粪便）及相应生

* 本文 1998 年发表于《动物学研究》，19(5)：358，366。

境情况（海拔、坡度、竹子密度、高度和痕迹部位）。对外业数据 SYSTAT 统计软件进行数理分析，判断其活动痕迹与相应环境因子的关联程度，从而分析小熊猫对生境的选择性。

3 结果

3.1 对生境的选择

对外业数据的分析表明，该地区小熊猫主要分布于海拔 3000～3270m 的箭竹林中，并对高于竹林的突出物（乔木、岩石）、竹子的高度及密度存在着明显的选择性。其活动痕迹的出现频率与突出物呈明显正相关（$R=0.911$，$B=0.941$，$P<0.001$），而与竹子高度($R=0.301$,$B=-0.397$,$P<0.001$)、密度($R=0.159$,$B=-0.104$,$P<0.005$)呈明显负相关。但在研究区域内，小熊猫对坡度（$P<0.05$）、坡向（东西坡向分别占痕迹频率的 49.1%、50.9%）并无明显选择（表 1）。

表 1　小熊猫活动痕迹与生境因子相关性分析

因子	相关系数（R）	回归系数（B）	F 值	P 值	备注
突出物	0.911	0.941	709.260	0.000	$N=148$
竹子高度	0.301	−0.397	14.525	0.000	$R_{0.05}=0.159$，$R_{0.01}=0.208$
竹子密度	0.159	−0.104	3.879	0.047	$DF_{1.146}$
坡度	0.114	0.012	3.655	0.058	$F_{0.05}=3.84$，$F_{0.01}=6.63$

3.2 采食行为

对小熊猫粪便和采食残迹的观察统计表明，研究区域内小熊猫几乎全部以箭竹叶为食。在所观察的 186 团粪便中，只有 10 团中含有花楸种子，占 5.6%，而 94.4%的粪便全是细碎竹叶。根据几个明显采食场的采食残迹分析表明，小熊猫对不同空间部位的竹叶并无选择性，而主要与采食时的身体位置有关。

4 讨论

有研究表明竹叶所含的细胞可溶性物质比竹枝、竹竿高，而植物纤维含量却低（胡锦矗等　1987，唐雅英等　1983）。小熊猫采食营养质量相对较高并易于取食和消化的竹叶，放弃相对营养质量较低且难于采食和消化的竹枝、竹竿。这种觅食对策既降低了采食难度，减少了自身能耗，又因采食营养质量相对较高的竹叶而获取了最大净收益。

小熊猫对生境的选择特点也反映了其优化的生态对策。小熊猫对竹子高度的选择是由于自身较小的体形所致。在无明显突出物的云龙箭竹中，与其身体等高处竹竿几乎无叶可采，故极少见其活动痕迹。在无突出物的矩鞘箭竹中，小熊猫也放弃中上层竹叶。对突出物的选择则主要是小熊猫可以依托突出物取食不同空间部位的竹叶。在山顶部较低（$h=1.5$m）的矩鞘箭竹中也少见其活动痕迹，估计是竹子密度过大（$d=43$ 株/m^2）不利于其活动的缘故。

研究区域小熊猫没有表现出对坡度、坡向的选择。小熊猫的分布主要受其食物分布的限制。

A Preliminary Study on the Bionomic Strategies of the Red Panda in Gaoligong Mountains

HU Gang

(Department of Forest Conservation, Southwest Forestry College, Kunming 650224)

Key words Red panda (*Ailurus fulgens*), Bionomic strategies, Gaoligong Mountains

高黎贡山自然保护区的鱼类*

陈银瑞　褚新洛

（中国科学院昆明研究所，昆明）

摘　要　高黎贡山自然保护区位于怒江水系和伊洛瓦底江水系之间。据调查，共有鱼类 47 种。鱼类组成特点：北部多为中亚高山区种类，属华西区；南部以南亚类群占优势，属华南区。

关键词　高黎贡山，自然保护区，鱼类

1　自然环境情况

高黎贡山自然保护区属国家级自然保护区，位于东经 98°34′～98°50′，北纬 24°56′～26°09′，地跨云南的泸水、腾冲和保山 3 个县（市）。东临怒江，西临伊洛瓦底江水系的恩梅开江和龙川江，形成山川并列纵贯南北走向，其地势险峻，地形复杂，北高南低，群峰林立，河谷深切，是著名的横断山脉峡谷区。区内 2 条水系有大小溪流 80 多条，一般长度为 10km，溪流沿山间峡谷发育，近呈东西流向。保持区涉及的水域范围是：东侧怒江（发源地于西藏唐古拉山）上自泸水县与碧江县交界的称戛，下至保山的道街河段及一些支流；西侧为缅甸及昌卡河流经泸水县的片马、古浪的一些支流以及发源于高黎贡山两侧的五茶山一带的龙川江（不包括团田以下的河段和龙川江以西的河流）。

2　鱼类区系组成和生物学特点

2.1　鱼类区系组成

本区鱼类共有 47 种和亚种，分别隶属于 5 目科 28 属（表 1），其中鲤形目鲤科有 11 属 21 种，鳅科 3 属 6 种，平鳍鳅科 1 属 1 种。鲇形目鮡科有 8 属 14 种，鲈形目青鳉科、胎鳉科、合鳃科各有 1 属 1 种。以鲤形目种数最多，共 28 种，占总种数的 59.6%。其次为鲇形目，占总数的 29.8%。鲤形目中又以鲤科的种类为多，占总数的 44.7%，仅鲤科和鮡科就占总种数的 74.5%。

据统计结果，怒江水系在云南境内的鱼类有 9 科 29 属 43 种，其中以鲤科和鮡科的种类为多，分别为 16 种和 12 种，共占总种数的 65.1%。怒江水系分布于该保护区的鱼类 20 种，隶属 7 科 18 属，其中鲤科有 8 属 10 种，鮡科 4 属 4 种，鳅科 2 属 2 种，平鳍鳅科、青鳉科，胎鳉科、合鳃鱼科各 1 属 1 种，鲤科和鮡科占本区总种数的 70.0%。

---

* 本文 1991 年发表于《资源开发与保护》，7(4)：215～219。

怒江下游喜温性种类鳗鲡科、胡子鲇科、刺鳅科的属种，在保护区内见不到踪迹，伊洛瓦底江水系在云南境内的鱼类有 8 科 27 属 52 种，也以鲤科（25 种）和鮡科（13 种）为优势，占总种数的 73.1%。该水系鱼类分布于保护区的有 32 种，分属 8 科 22 属，其中鲤科 8 属 12 种，鮡科 6 属 10 种，共占总数的 68.7%，鳅科 3 属 5 种，其余各科均为 1 属 1 种，由此可见，高黎贡山东西两水系鱼类组成以鲤科和鮡科为主，与各自所属水系的鱼类组成基本一致。

鮡科鱼类分布的大致范围是东至贵州、广西，北至西藏，四川；南至老挝、越南；西至印度、缅甸、尼泊尔及阿富汗等地。我国已记录的有 45 种，地跨华西、华东和华南区。高黎贡山处于分布中心，种类较多，占绝对优势的是鲤科的鲃亚科、野鲮亚科和裂腹鱼亚科。前两亚科广布越南南部、老挝、柬埔寨、泰国、缅甸、马来西亚、大巽他群岛、孟加拉、印度和巴基斯坦等国，我国向北可达长江流域而不跨越秦岭，为喜温性的南亚类群。在本区的分布是：怒江北限为六库，伊洛瓦底江水系的鲃亚科、野鲮亚科的鱼类只分限于龙川江而不达泸水，泸水片区广布着青藏高原特有的裂腹鱼亚科的种类，并向南扩散与南亚类群交混，形成温水性鱼类与冷水性鱼类重叠分布的现象。在鲤科鱼类类群组成由南到北的递变趋势中，高黎贡山南部的保山和腾冲地区表现出明显的过渡性特点，此种现象在陆生脊椎动物中也可看到，这就是高黎贡山被誉为南北动物走廊的缘故。然而东西水系的共有种很少，在怒江（20 种）、伊洛瓦底江水系（32 种）中，只有半线鲃、泥鳅、青鳉、黄鳝、食蚊鱼等 5 种广布种为两水系共有，其余各种表现出极强的区域性。说明高黎贡山对东西两水系许多鱼类种群的扩散和交流有明显的阻隔作用，是引起物种分化的外在条件。

表 1　高黎贡山自然保护区的鱼类名录和分布

鱼类名录		伊洛瓦底江水系		怒江水系	
		腾冲	泸水	泸水	保山
半线鲃	*Danilo interrupta* (Day)	++			+
滇西低线鱲	*Barilius barila* (Hamilton)	++			
半刺结鱼	*Tor* (*Tor*) *hemispinus* Chen et Chu			+	
桥街结鱼	*Tor* (*Tor*) *qiaojienses* Wu	+			
后背鲈鲤	*Percocypois pingi retrodorsails* Cun et Chu			+	
保山四须鲃	*Barbodes ynaraodenses* Day				+
墨脱四须鲃	*Barbodes hexagonlepis* (MeClelland)	++			
后鳍四须鲃	*Barbodes opisthoptera* Wu				+
太平四须鲃	*Barbodes margarianus* (Day)	++			
角鱼	*Epalzeorphynchus bicornis* Wu			+	+
缺须盆唇鱼	*Placocheilus cryptonemus* Cui et Li			+	
彩花穗唇鲃	*Crassocheilus latius* (Hamilton)	+			
桥街墨头鱼	*Garra qiaojiensis* Wu et Yao	+			
东方墨头鱼	*Garra orientalis* Nichols				++

续表

鱼类名录		伊洛瓦底江水系		怒江水系	
		腾冲	泸水	泸水	保山
南方裂腹鱼	*Schizothorax*（*Schizothorax*）*meridionalis* Tsao	++			
怒江裂腹鱼	*Schizothorax*（*Schizothorax*）*nukiangensis* Tsao			+	
吸口裂腹鱼	*Schizothorax*（*Schizothorax*）*myzostomus* Tsao		++		
独龙裂腹鱼	*Schizothorax*（*Schizothorax*）*dulongensis* Huang		++		
灰裂腹鱼	*Schizothorax*（*Racoma*）*griseus* Pellegrin	++			
保山裂腹鱼	*Schizothorax*（*Racoma*）*yunnanensis paoshanensis* Tsao				++
全裸裸重唇鱼	*Cymondiptychus integrigymnatus* Huang	+			
长条鳅	*Nemacheilus longus* Zhu		+		
密纹条鳅	*Nemacheilus vinciguerrae* Hora	+			
多纹条鳅	*Nemacheilus polytaenia* Zhu	+			
伊洛瓦底沙鳅	*Botia*（*Botia*）*histrionica* Blyth	+			
突吻沙鳅	*Botia*（*Botia*）*rostrata* Gunther	+			
泥鳅	*Misgurnus anguillicaudatus*（Cantor）	++		+	++
怒江间吸鳅	*Heminmyzon nujiangensis*（Zhang et Zheng）			+	
扎那纹胸鮡	*Glyptothorax zainaensis* Wu *et al*			+	++
穴形纹胸鮡	*Glyptothorax cavia*（Hamilton）	++			
鲫斑纹胸鮡	*Glyptothorax minimaculatus* Li	++			
龙江纹胸鮡	*Glyptothorax longjiangensis* Mo et Chu	+			
巨魾	*Bagarius yarrelli*（Sykea）				+
黄斑褶鮡	*Pseudechensis sulcatus*（McClelland）	+			
短鳍鮡	*Pareuchiloglanis feae*（Vinciguerra）	++			
扁头鮡	*Pareuchiloglanis kamengensis*（Jayaram）		+		
贡山鮡	*Pareuchiloglanis gongshanensis* Chu			+	
短体拟鰋	*Pseudexostoma yunnanensis brachysama* Chu			+	
大鳍异齿鰋	*Oreoglanis macropterus*（Vinciguerra）		++		
细尾异齿鰋	*Oreoglanis delacouri*（Pellegrin）	++			
黑鮡	*Gagata cenia*（Hamilton）				+
凿齿鮡	*Glaridoglanis andersonii*（Day）		+		
中华青鳉	*Oryzias latipes sinensis* Chen，Uwa et Chu	++			++
食蚊鱼鳉	*Gambusia affinis*（Baird et Girard）	++			++
黄鳝	*Monopterus albus*（Zuiew）	++		+	++
无线南鲈	*Badis dario*（Hamilton）	+			
宽额鳢	*Channa gachua*（Hamilton）	+			

注：+偶见；++常见。

2.2 生物学特点

鱼类生物学特点与自然环境息息相关。怒江、龙川江和高黎贡山并列南下，河流落差大，水流急，水源除雨水补给外还有高山积雪融水。适应高海拔低水温环境的主要类群是裂腹鱼类和条鳅类。条鳅个体小，不引人注目；裂腹鱼个体大，生长慢，性成熟年龄较迟，卵含毒素，广布于干流和源于海拔较高的支流中，是高寒地区的主要经济鱼类。个体大、生长快的鲃亚科和野鲮亚科的种类，多分布于本区南部海拔稍低、水温较高的地区。其次是适应急流环境的底栖性种类较多，在组成本区 47 种鱼类中，除几种肉食性（鲈鲤、宽额鳢等）和沟渠田坝中的水型种类（鲃、青鳉、食蚊鱼、南鲈等）栖居水体上层外，约 80%的种类为营底栖生活伴随出现不同程度的适应性构造。有的利用发达的偶鳍与平扁的胸腹部构成宽大的附面吸附在河底礁石上，如平鳍鳅、鳗鲱类；有的种类胸部具有皮纹吸着器或由形吸盘，能增强抗御急流的能力，如纹胸鲱、墨头鱼等。由此形成不同形式、不同层次的底栖类群。此外小型种类较多，除鲃亚科和裂腹鱼亚科中的裂腹鱼属外，多数种类体长为 10cm、体重 20g 左右，这种由遗传属性所决定的体形大小，从侧面反映了渔业价值的高低。

3 鱼类区系的形成和区划地位

3.1 鱼类区系的形成

本区鱼类区系组成以鲱科、鲤科为主，据目前取得的研究结果表明，鲱科化石只有魾（*Bagarius bagarius*）1 种，见于上新世，是鲱科最为原始的种。鳗鲱可能发生于晚上新世，并在西藏东南部出现原鲱（*Gyproar wenum*）。在演化过程中，原鲱向西北方向扩散，没有大的变迁，只出现种级分化，发生属级分化是向东扩展到川西、滇北以后，可能在更新世，其间新构造运动剧烈，康滇古淮平原上为高原，横断山抬升为南北纵列山地，高山峡谷，地形气候复杂，因其在急流环境中不作远距离的迁徙，生命活动仅局限于较狭窄的区域，同一水系的不同支流可形成隔离。由于生态和地理的双重作用，基因交流中断，导致不同分类阶元的间歇性大分化，并向川东、滇南、滇西毗邻地区扩布，大体反映出鲱类伴随地质变迁演化的历史。

鳗类种的分化程度远不及鲱类，分布区域与鲱类重叠，喜马拉雅山脉北坡和金沙江水系没有鳗类踪迹。说明鳗类出现晚于鲱类，约在更新世，当时喜马拉雅山脉已基本形成现在的雏形。目前鳗类集中分布于云南西北部澜沧江以西，由此推测该地为鳗类发生中心，沿喜马拉雅山南坡向西推进，随水系向南方扩布。

裂腹鱼亚科为青藏高原特有类群，多数学者认为它起源于鲃亚科。其证据是：①鲤科 12 亚科中，分布于青藏高原一带的只有裂腹鱼亚科。②在高原周围多见裂腹鱼类的鲃亚科的种类混居。③裂腹鱼类和鲃亚科中一些原始的属，不仅外部形态相似而且连颅骨结构也相似。④中新世时代鲃亚科化石非常丰富。由此证实裂腹鱼类的祖先是近似鲃亚科原始属的种类。其形成的大致过程是自第三纪末期开始的青藏高原的急剧隆起，引起环境条件发生显著的改变，使原来的生活在本区适应温暖气候和湖泊静水环境的鲃亚科中的某一种类相应发生变化。随着地理或生境的隔绝，逐步演变为适应寒冷气候和河

川急流环境的原始裂腹鱼类。随着高原上升过程的间隙性，产生环境条件特别是水温的改变和相对稳定时期交替出现，每次环境条件的显著改变都导致一次主干属的形成。环境条件相对稳定时，出现旁支属的分化，从而相继发生不同特化等级的主干属和旁支属。可见分布于本区的裂腹鱼是该亚科中较为原始的属种，因为本区位于青藏高原南缘，受到高度特化属种排挤的缘故，区内较特化的唯一重唇鱼，只见于高海拔的山间溪流。

综上所述，鳗鲱鱼类和裂腹鱼类都属中亚高山区的类群，源于第三纪末或第四纪初，它们的发生、形成和发展，反映了所在地区域质变迁的历史。

3.2 鱼类区划地位

有关这一地区的鱼类区划，张春霖（1954）曾把它划为怒澜区的一部分，但范围太大，不足以显示其区系和环境特征，以高黎贡山自然保护区为例，分布于泸水片区的有裂腹鱼亚科（3种）、鲱科（6种）共9种，占泸水片区总种数的52.9%；区内鲃亚科（2种）和野鲮亚科（2种）等种类，均分布在与保山接壤的一些支流中。而在保山和腾冲片区，南亚类群的亚科（7种）和野鲮亚科（4种）共11种，占两片区总种数的34.4%；中亚高山区的裂腹鱼类（4种）和条鳅类（3种）共7种，只占21.9%，标志着保山区鱼类区系组成北部泸水以中亚高山区种类为主，南部保山、腾冲以南亚类群占优势的不同特点，李思忠（1981）把横贯保山、腾冲一线作为华西区、华南区的界线；其北面为华西区康藏亚区，南面为华南区怒澜亚区，是一大进步。然而依区间鱼类组成的差异性和区内相似性作为区划的原则，泸水以南的大片地区是华西区和华南构类群的交混地带，华南区类群占优势，把华南区的北界移到六库向西沿腾冲与泸水交界一线，能细致和较准确地反映两区的自然界线，其可行性有待于区的鱼类分布区划跨越华西、华南两区，但界线不清晰，表明该区鱼类组成的特殊性及其在分布区划中的独特地位。

4 资源评价及保护利用

4.1 资源评价

在组成自然保护区的土著鱼类中，本区两水系特有的共24种，占总种数的51.1%，是区内宝贵的种质资源，为科学研究提供特殊的材料。如裂腹鱼类，不仅是本区主要的经济鱼类，还是研究裂腹鱼类系统演化与青藏高原隆起关系的基本素材。科学工作者从裂腹鱼类的系统发育和环境的关系中，发现裂腹鱼类演化过程的3个发展阶段，反映出自第三纪晚期以后青藏高原经历了3次急剧上升和相对稳定交替的阶段，每次急剧隆起后同原达到的高度与裂腹鱼类3个特化等级的主干属、目前聚居的海拔高度大体一致。这一新论点，为以后的地质学研究所证实，在国内外鱼类学界和地质学界中，引起强烈的反响。通过鳗鲱形态与功能的研究抓住演化的主线，揭示了物种的形成和种间的亲缘关系，使该类群的分类系统更近于自然。

就渔业而言，本区以小型鱼类组成为主，约占70%，分散在支流或小水体内，无特别庞大的种群。个体较大、生长较快的鲃亚科鱼类有7种，在支流中形成点状

分布，未形成产量；个体较大的 6 种裂腹鱼广布于干流中，生长很慢，以上诸因素综合作用的结果，形成自然水域的低产性能，沿江渔农多以钓钩或小型刺网在干流作业，支流中多用撒网，自捕自食，从另一侧面反映出资源的状况。干流滩多流急，难以驾驶船只，无法进行大规模作业，客观上起到保护资源的作用。保山地区曾在怒江试捕 3 个多月，共捕裂腹鱼 7.5t，一般个体在 1kg 左右，说明干流中存在可供开发的资源。支流的情况则相反，由于捕捞容易，炸鱼、毒鱼、电鱼现象时有发生，堵截小河竭泽而渔，资源无休养生息之机，日益下降的趋势愈加突出。解决这一问题，除增加干流的捕捞强度外，其根本出路在于因地制宜地发展养鱼业。以热区小水面为主，引进外来优良品种，向精养高产的方向发展。在河谷地区，大力提倡稻田养鱼，充分利用全区的各种水面发展养殖业，以摆脱靠江吃鱼难的局面，防止对保护区资源的掠夺式开发。

4.2 保护与利用

鱼类生长慢、产量低，是高原鱼类区系生物学业特点之一，必须引起足够重视。主管人员在制定资源利用战略时，应遵循注重保护、加强管理、计划捕捞和开源节流的原则，把保护区内的水域视为保护区的一个重要自然对象之一，使其与陆生动物建立统一的保护网络。按照沿江渔农的习惯，允许渔民在规定时间和地点用钓钩、网具作业，严禁炸鱼、毒鱼和电鱼，逐步取缔堵截岔河捕鱼的传统渔法，积极宣传，贯彻国务院颁布的《水产资源繁殖保护条例》，使资源得到永续利用，为子孙后代造福。

主要参考文献

褚新洛，陈银瑞等．1989．云南鱼类志（上册）．北京：科学出版社．335～359

褚新洛，陈银瑞等．1990．云南鱼类志（上册）．北京：科学出版社．281～291

李思忠．1981．中国淡水鱼类的分布区划．北京：科学出版社．1～135

武云飞．1984．高原生物学集刊，119～139

普文宣等．1981．青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题．北京：科学出版社．118～139

Menon AGK，TK．1966．Sen Sei Cult，32(4)：211～212

On the Fishes of Gaoligong Mountain Natural Conservation Region

CHEN Yin-rui　CHU Xin-luo

(Institute of Zoology，The Chinese Academy Sciences，Kunming)

Abstract Gaoligong Mountain Natural Conservation Region is located in western Yunnan Province，24°56′～26°09′N，98°34′～98°50′E，neighbouring to Nujiang river in the east，to branches of Irrawaddy rive in the west. It's one of many natural conservation regions in Chian. There are 47 species of freshwater fishes belonging to 28 gene-

ra, 9 families and 5 orders in the region. The fishes in the north part of the region are the elements of West China Region and those in the south part of the region are the elements of South China Region.

Key words Gaoligong Mountain, Natural conservation region, Fishes

云南黑鮡属鱼类一新种*
（鲇形目：鮡科）

何舜平

（中国科学院水生生物研究所　武汉　430072）

摘　要　本文报道采自云南省的黑鮡属鱼类一新种，长丝黑鮡（*Gagata dolichonema* sp. nov.），本种与 *G. gagata*（Hamilton）近似。模式标本保存于中国科学院水生生物研究所淡水鱼类博物馆。

关键词　鱼纲，鮡科，黑鮡属，新种

笔者在鮡科鱼类分类整理中，鉴定出其中 2 尾为黑鮡属鱼类一新种，记述如下。

长丝黑鮡 *Gagata dolichonema* sp. nov. 新种（图 1）

正模编号 791，全长 140mm，体长 112mm，1960 年 7 月采于云南省保山县道街坝惠人桥（24°41′N，99°10′E）。副模 1 尾，编号 790，全长 142mm，体长 113mm，集地点和时间同上。模式标本保存在中国科学院水生生物研究所淡水鱼类博物馆。

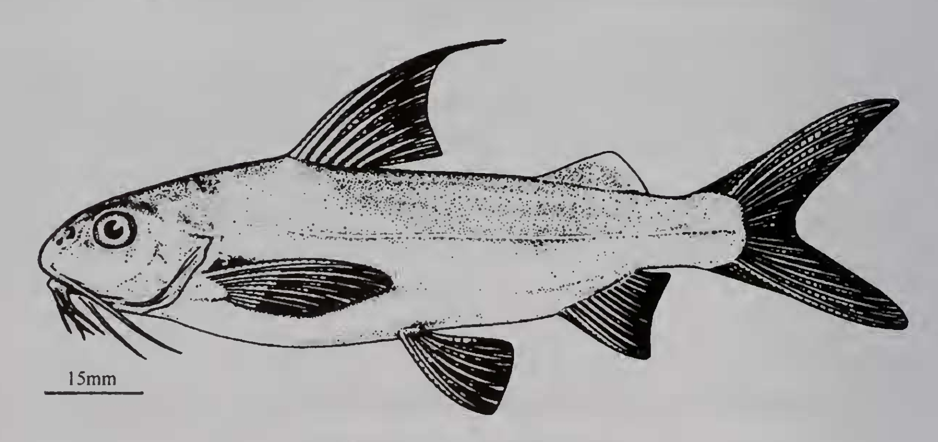


图 1　长丝黑鮡 *Gagata dolichonema* sp. nov. 新种

背鳍条 I-6；臀鳍条 iii-11；胸鳍条 I-8；腹鳍条 i-5。

体长为体高的 3.4 倍，为头长的 4.0 倍，为尾柄长的 6.5 倍，为尾柄高的 10.2 倍。头长为吻长的 3.0 倍，为眼径的 4.4 倍，为眼间距的 2.5 倍。

体长形，侧扁，背腹缘弧度大致相等，腹部稍圆。头部侧扁，皮肤薄，枕骨突轮廓

---

* 本文 1996 年发表于《动物分类学报》，21(3)：380～381。

明显。吻部圆钝，眼大，侧位，位于头部中央，被脂膜覆盖，眼缘界线模糊。鼻孔距吻端较距眼前缘稍近。口下位，较小，横裂，上、下颌具绒毛状细齿。鼻须不发达，细线状；颌须伸达胸鳍起点；4 根颏须基部呈一字排列，外侧颏须较长，达鳃孔下角，内侧颏须稍短。鳃峡光滑无突起。

背鳍始于胸鳍基的后上方，硬刺无锯齿，光滑，末端延长成丝状软条。脂鳍较小，后端游离。臀鳍起点略后于脂鳍起点垂直下方，距尾鳍基较距腹鳍起点为远。胸鳍基部斜形，硬刺后缘的锯齿稀疏，弱。腹鳍起点稍后于背鳍基后端，距胸鳍起点较距臀鳍起点为远。肛门与腹鳍基后端靠近。囟门 2 个，长形，后自裂缝一直延伸到枕骨棘末端。

浸制标本，分别在二眼间、鳃孔上方，背鳍基部的上方，胸鳍基部的上方背面具 4 道黑色斑纹。

本种与分布于印度、孟加拉、缅甸的 *G. gagata*（Hamilton）相似，它们头顶的后囟裂沟都一直延伸到上枕骨突末端，但又有以下相异之处：①颌须比头长，而 *G. gagata* 的颌须比头略短；②背鳍硬刺末端延长成丝状，其长度是最短鳍条的 3 倍以上。在怒江的下游萨尔温江到印度河分布的 *Gagata cenia*（Hamilton ）与长丝黑鮡有较大的区别：①前者颏部具指状突起；②前者背鳍硬刺末端没有延长的丝状软条；③后囟裂沟只到上枕骨突基部。

黑鮡属已知共 4 种，即 *Gagata cenia* （Hamilton），*G. gagata* （Hamilton），*G. sexualis* Tilak 和 *G. youssoufi* Rahman。新种与它们的区别见表 1。

表 1　黑鮡属 5 种鱼类的主要区别

	G. dolichonema sp. nov.	*G. gagata*	*G. sexualis*	*G. cenia*	*G. youssoufi*
后囟裂沟	延伸到上枕骨突末端	延伸到上枕骨突的末端	延伸到上枕骨突的基部	延伸到上枕骨突的基部	延伸到上枕骨突的基部
颌须	比头长	比头短	比头长	比头短	比头短
背鳍硬刺	末端延长成丝状	无丝状延长	无丝状延长	无丝状延长	无丝状延长
陜部	光滑	光滑	光滑	具指状突起	光滑
胸鳍末端	正常	正常	呈丝状延长	正常	正常
吻长	大于眼径	大于眼径	短于眼径	大于眼径	短于眼径

致谢　本文承曹文宣研究员悉心指导，蔡鸣俊同志绘图，谨此致谢。

高黎贡山鱼类区系和板块位移的生物效应 *

李 恒 龙春林

（中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204）

摘 要 本文探讨高黎贡山地区（掸邦-马来亚板块）向北移动并右旋的地史过程，及其造成的环境变迁，研究这一过程对高黎贡山地区鱼类区系产生的生物效应。板块位移的生物效应表现为：使高黎贡山境内的伊洛瓦底江水系和怒江水系成为：①古北界和东洋界鱼类区系的交汇融合带；②北纬 26°左右地带的水体为热带亚洲鱼类和西藏高原鱼类交流的界鱼石，南、北成分互不往来；③鱼类繁衍后代的天堂，特有成分占本地区鱼类总数的 53%；④高黎贡山鱼类区系多源，来源于热带也来源于古北界的温带。本文认为鮡科鱼类起源于热带，该科的属、种是多源的，主要是热带属，原鮡及其近缘属可起源于西藏。

关键词 高黎贡山，鱼类区系，掸邦-马来亚板块，板块位移，生物效应

1 高黎贡山地区鱼类区系概况

高黎贡山地区共有土著鱼类 49 种（表 1），隶属于 5 目 9 科 29 属，其中鲤形目鲤科有 11 属 22 种，鳅科有 3 属 6 种，平鳍鳅科 1 属 1 种；鲇形目鮡科有 9 属 15 种；鲱形目的青鳉科 1 属 1 种（陈银瑞 1995，1998）。

表 1 高黎贡山鱼类的系统位置

目	科	高黎贡山地区		分布水系				
		伊洛瓦底江		怒江		流域外分布		
		属数	种数	种数	特有	种数	特有	（广布）
鲤形目	鲤科	11	22	12	9	11	8	5
	鳅科	3	6	5	2	4	1	3
	平鳍鳅科	1	1	0	0	1	1	0
鲇形目	鮡科	9	15	10	4	9	2	5
鳉形目	青鳉科	1	1	1	0	1	0	1
	胎鳉科	1	1	1	0	1	0	1
合鳃鱼目	合鳃鱼科	1	1	1	0	1	0	1
鲈形目	南鲈科	1	1	1	0	1	0	1
	鳢科	1	1	1	0	1	0	1
合计 5	9	29	49	32	15	30	12	

* 本文 1999 年发表于《云南植物研究》（增刊Ⅺ）：121～130。

1.1 鱼类区系组成

高黎贡山为两大水系的分水界。西侧为伊洛瓦底江水系；东侧为怒江，两大水系均从缅甸入注印度洋的安达曼海，二者均发源于青藏高原。高黎贡山处于两江的中段。中上段，两大流域在中国的河段，主要依靠雪水补给，水温四季都低于当地气温，河水湍急，河床巨石壁垒，目前无航行之便。冷水型的河水和崎岖的河床孕育着独特的水生生物区系。

1.2 伊洛瓦底江水系

分布在高黎贡山地区的都是一些支流，南部有大盈江的支流溪槲江，西沙河，明光河，龙川江，源头位于北纬 26°以南，四季温暖，水温较高，鱼类区系显然较为丰富。

伊洛瓦底江水系出现在高黎贡山北段的是恩梅开江的支流脑昌卡河、拉邦湄河、河强堤河和独龙江（及其密集的短小的羽状支流），河流比降大，水流急，水温低，鱼类区系远比南部的贫乏。

1.3 怒江

怒江是高黎贡山东坡的主要河流，纵贯怒江州全境，绵延于高黎贡山与碧罗雪山之间。河流水量丰富，落差大，怒江西岸的支流均源于陡峻的高黎贡山，共 18 条。它们系山地型河流，流路短，落差大，水流急湍，涧深，多瀑布，两岸原始森林参天，鸟语花香，生物区系极富特色。

1.4 高黎贡山地区两大水系鱼类区系的共同特点

1.4.1 物种相对贫乏

两大水系共有 49 种（表 2），高黎贡山西坡伊洛瓦底江水系具有鱼 33 种，怒江水系 29 种。全伊洛瓦底江也只有 59 种（Chu 1986），怒江仅有 36 种，高黎贡山地区的鱼分别占伊洛瓦底江全流域的 55.9%，怒江流域的 80.6%，与怒江紧邻的澜沧江有鱼 127 种。南盘江有 112 种，金沙江有 65 种，元江也有 80 种。高黎贡山地区两江鱼类种数最少，怒江的鱼类仅等于澜沧江的 28.3%，伊洛瓦底江的鱼类为澜沧江的 46.45%。

在高黎贡山地区内，怒江鱼类区系比伊洛瓦底江水系的贫乏。怒江 29 种，伊洛瓦底江 33 种，比怒江多 4 种，大概是因为伊洛瓦底江在高黎贡山的支流繁多，深入到高黎贡山各个峡谷中，鱼的生境比较多样之故。

表 2 高黎贡山地区鱼类

名称	伊洛瓦底江水系	怒江水系	分布
鲤形目 Cypriniformes			
1 鲤科 Cyprinidse			
𩷏亚科 Danionine			
1. 半线𩷏 *Danio interrupta* (Day)	龙江、大盈江	保山怒江	国内仅见于滇西。缅甸、印度、泰国有分布

续表

名称	伊洛瓦底江水系	怒江水系	分布
2. 滇西低线鱲 *Barilius baarila* (Hamilton)	腾冲:团田、龙江、大盈江		国内大盈江。印度有分布
鲃亚科 Barbinae			
3. 半刺结鲃 *Tor(Tor) hemispinus* Chen et Chu	(芒市)	* 六库怒江	仅见于六库,怒江特有
4. 桥街结鱼 *Tor(Tor) qiaojiensis* Wu	* 腾冲:团田、曲石		龙江、大盈江特有
5. 后背鲈鲤 *Percocypris pingi retrodorsalis* Cui et Chu		六库	怒江、澜沧江特有
6. 保山四须鲃 *Barbodes wynaadensis* Day		保山:道街	稀有。印度有分布
7. 墨脱四须鲃 *Barbodes hexagonolepis*(McClelland)	腾冲:团田、曲石		国内龙江、大盈江;西藏有分布。印度有分布
8. 后鳍四须鲃 *Barbodes opisthoptera* Wu		* 保山:道街	怒江特有
9. 太平四须鲃 *Barbodes margarianus*(Day)	* 腾冲:团田		仅分布于龙江、大盈江
野鲮亚科 Labeonidae			
10. 角鱼 *Epalzeorphynchus bicornis* Wu		* 保山:道街;六库:老窝河	怒江特有
11. 缺须盆唇鱼 *Placocheilus cryptonemus* Cui et Li		* 六库:老窝河	怒江特有
12. 彩花穗唇鲃 *Crossocheilus latius*(Hamilton)	* 腾冲:团田、上营、龙江、大盈江		伊洛瓦底江水系的龙江、大盈江特有
13. 桥街墨头鱼 *Garra qiaojiensis* Wu et Yao	* 腾冲:团田、固东		仅见于龙川、大盈江
14. 东方墨头鱼 *Garra orientalis* Nichols		保山:道街,怒江	伊洛瓦底江也有,国内广布
裂腹鱼亚科 Schizothoracinae			
15. 南方裂腹鱼 *Schizothorax meridionalis* Tsao	* 腾冲:桥街		只产于龙江、大盈江
16. 怒江裂腹鱼 *Schizothorax nukiangensis* Tsao		* 贡山、碧江、泸水至昌都的怒江河谷	怒江中上游特产
17. 吸口裂腹鱼 *Schizothorax myzostomus* Tsao		* 泸水:片马、古浪;贡山:独龙江(巴坡-马库)	只见记载于泸水、独龙江

续表

名称	伊洛瓦底江水系	怒江水系	分布
18. 独龙裂腹鱼 *Schizothorax dulongensis* Huang		*泸水:片马;贡山:独龙江巴坡	只见记载于泸水、贡山特有
19. 灰裂腹鱼 *Schizothorax griseus* Pellegrin	*腾冲:龙江		伊洛瓦底江的龙江特有
20. 保山裂腹鱼 *Schizothorax yunnanensis paoshanensis* Tsao		*保山:东河、龙王潭	怒江特有(保山)
21. 贡山裂腹鱼 *Schizothorax gongshanensis* Tsao		*贡山:茨开怒江	怒江特有(贡山段)
22. 全裸裸重唇鱼 *Gymnodiptychus integrigymnatus* Huang	*腾冲:瑞滇、明光		龙江特有
2 鳅科 Cobitidae			
条鳅亚科 Nemacheilinae			
23. 长条鳅 *Nemacheilus longus* Zhu		*六库:老窝河	怒江特有
24. 密纹条鳅 *Nemacheilus vinciguerrae* Hora	腾冲:曲石、明光、龙江	怒江下游。云南西部	缅甸、泰国有分布
25. 多纹条鳅 *Nemacheilus polytaenia* Zhu	*腾冲:曲石、明光、瑞滇		龙江、芒市河特有
沙鳅亚科			
26. 伊洛瓦底沙鳅 *Botia histrionica* Blyth	*腾冲:团田		伊洛瓦底江水系特有
27. 突吻沙鳅 *Botia rostrata* Gunther	腾冲:团田、龙江		怒江下游,两江分布
花鳅亚科 Cobitinae			
28. 泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor)	腾冲	保山:上江	广布全国(除西藏、新疆)。朝鲜、日本、越南等国有分布
3 平鳍鳅科 Homalopteridae			
平鳍鳅亚科 Homalopterinae			
29. 怒江间吸鳅 *Heminmyzon nujiangensis* (Zhang et Zheng)		*六库	怒江特有种
鲇形目 Siluriformes			
4 鮡科 Sisoridae			
30. 巨魾 *Bogarius yarrelli* (Sykes)		保山:道街	怒江、元江、澜沧江。东南亚各国

续表

名称	伊洛瓦底江水系	怒江水系	分布
31. 藏鳗 *Exostoma labiatum* (McClelland)		＊贡山:独龙江;盈江:大盈江	
32. 凿齿鲱 *Glaridoglanis andersonii* (Day)		＊泸水:古浪;察隅:察隅河	伊洛瓦底江水系
33. 黑鲱 *Gagata cenia* (Hamilton)		保山:道街(怒江)	东南亚诸国有分布
34. 大鳍异齿鳗 *Oreoglanis macropterus* (Vinciguerra)		＊泸水:片马、古浪	伊洛瓦底江水系。缅甸北部有分布
35. 细尾异齿鳗 *Oreoglanis delacouri* (Pellegrin)	腾冲:界头、固东、瑞滇、明光、曲石		东南亚广布,怒江、澜沧江,伊洛瓦底江
36. 扎那纹胸鲱 *Glyptothorax zainaensis* Wu et al		保山:道街	只分布于怒江、澜沧江
37. 穴形纹胸鲱 *Glyptothorax cavia* (Hamilton)	腾冲	怒江下游	伊洛瓦底江水系。印度、缅甸有分布
38. 鲫斑纹胸鲱 *Glyptothorax minimacu* Catatus	＊腾冲:团田、曲石		龙江、大盈江特有
39. 龙江纹胸鲱 *Glyptothorax longjiangensis* Mo et Chu	＊ 腾冲:团田		龙江特有
40. 短鳍鲱 *Pareuchiloglanis feae* (Vinciguerra)	腾冲:界头明光瑞丽	怒江	伊洛瓦底江。缅甸
41. 扁头鲱 *Pareuchiloglanis kamengensis* (Jayaram)	泸水:古浪	泸水:老窝河	伊洛瓦底江、怒江、澜沧江。印度有分布
42. 贡山鲱 *Pareuchiloglanis gongshanensis* Chu		＊泸水 :老窝河	怒江上游特有
43. 黄斑褶鲱 *Pseudechensis sulcatus* (McClelland)	腾冲		伊洛瓦底江、怒江、澜沧江
44. 短体拟鳗 *Pseudexostoma yunnanensis brachysoma* Chu		＊泸水:老窝河	怒江特有
鳉形目 Cyprinodontiformes			
5 青鳉科 Oryziatidae			
45. 中华青鳉 *Oryzias latipes sinensis* Chen, Uwa et Chu	腾冲	保山	国内广布种
6 胎鳉科 Poeciliidae			
46. 食蚊鳉 *Gambusia affinis* (Baird et Girard)	腾冲	保 山	原产美洲,现遍布世界
合鳃鱼目 Synbranchiformes			
7 合鳃鱼科 Synbranchidae			
47. 黄鳝 *Monopterus albus* (Zuiew)	腾冲	泸水、保山	国内外广布种

续表

名称	伊洛瓦底江水系	怒江水系	分布
鲈形目 Perciformes			
8 南鲈科 Nandidae			
48. 无线南鲈 *Badis dario*（Hamilton）	腾冲：固东（龙江、大盈江）		东南亚常见种
9 鳢科 Channidae			
49. 宽额鳢 *Channa gachua*（Hamilton）	腾冲：团田		云南常见种。澜沧江、怒江、伊洛瓦底江诸水系

1.4.2 种类由南向北减少

高黎贡山南部和北部以北纬 26°20′为界，南部包括泸水、腾冲、保山、龙陵；北段包括福贡、贡山和察隅。高黎贡山的气候由南向北递减，降水则是由南向北增加，南部河谷为南亚热带气候，北部为（中）温带气温；北部水温低，南部水温较高，鱼类区系与气候相适应，南部各河段的鱼类远比北部河段丰富。本区南部伊洛瓦底江水系有 32 种鱼类（表 3），占高黎贡山该水系总数 97%；北段仅有鱼 6 种，主要见于独龙江、片马，占本地区河段的 18%，Nujiang 南段有鱼 29 种，北段仅 9 种，占本地区怒江流域 29 种鱼的 31%，但南段有 20 种占流域鱼种的 69%。

由于高黎贡山的山与水都呈南北向纵列，纬度的更移对区系的影响特别明显（表 2）。

表 3 南北鱼类区系数量比较

	Irrawaddy				Nujiang				共计			高黎贡山鱼种		
	科	属	种	占流域/%	科	属	种	占全境/%	科	属	种	科	属	种
N	2	5	6	18	3	5	9	34.5	3	8	13	9	29	49
S	8	22	32*	97	7	18	20	69	9	28	47**			
流域总数	8		33		9		29							

* 包括北部也有分布的 4 种；**两江共有种，仅计算 1 次。

1.4.3 科属组成十分简单

本地区仅有鱼类 9 科 29 属 49 种。澜沧江一条江就有 17 科 64 属 127 种，科、属比两大水系之和还丰富许多。高黎贡山地区鱼类区系主要由鲤科、鳅科、平鳍鳅科和鲱科 4 科的鱼种组成。虽然南部河段也有青鳉科、胎鳉科、合鳃鱼科、南鲈科、鳢科的鱼各 1 属 1 种，但它们都是东南亚广布种，不能代表高黎贡山鱼类的实质，本文不予详细讨论。总的说来，高黎贡山地区的鱼类比云南各大水系都要简单得多。

两江水系在高黎贡山有鲤科 22 种，其中鲃亚科 7 种，裂腹鱼亚科 8 种，鲱科 15 种（北部 8 种；南部 7 种）。在鲤科中，南部河段以鲃亚科、野鲮亚科（5 种）、裂腹鱼亚科三大亚科平行分化发展，北部河段中，仅有 4 种裂腹鱼（亚科）而无其他亚科发育。

2 高黎贡山的自然条件与掸邦-马来亚板块位移的历史

在第三纪始兴世时或稍晚，印度板块与欧亚大陆相撞碰，以 10°～15°的低角度俯槽在欧亚板块之下，使欧亚板块整体抬升，并以强大的挤压作用使高黎贡山所在的掸邦-马来亚板块上的新特提斯地遭全面褶皱回返。在俯冲过程中，由于北面塔里木等地块的阻挡，印度板块产生了强大的向东分压应力，使得印度大陆“楔子”在高黎贡山西南面既向北又向东插入欧亚板块。在插入过程中受到扬子板块不在一直线的反向应力和伊洛瓦底江慢隆的摩擦阻挡，造成了一个顺时针方向的力隅，使东侧的地块高黎贡山，陇川江、大盈江、独龙江等断裂均产生了右旋运动。其结果是：

2.1 高黎贡山至少向北推进了 450km 以上

高黎贡山北部独龙江（27°40′～28°50′N），在这一地史事件之初，应在北纬 23°～25° 的位置，而南部密支那和腾冲一带（24°30′～26°）应在北回归线以南。那时整个高黎贡山地区曾被典型的热带森林所覆盖，为热带生物区系的发祥地。

2.2 高黎贡山由准平原抬升为高山

掸邦-马来亚板块北移之前高黎贡山已被夷平为一片起伏不大的准平原。准平原上高差不过 500m，在位移和右旋过程中，原夷平的高原面解体，山体部分强烈抬升。高黎贡山成为绵延南北的高山和极高山，南段山峰高在 3500m 以上，北段高峰高在 4500m 上。

2.3 造成了世界上最深最长的大峡谷

由于板块位移与山地抬升相伴随，高黎贡山地区河谷深切，谷坡陡峭，谷底狭窄，河床比降大，急流险滩经常出现，境内的怒江峡谷号称世界上第一大峡谷。

高黎贡山西坡的独龙江峡谷整体属于“V”形峡谷，上、下段谷深而狭直，坡陡壁直、流急滩多，仅中段谷底较宽，出现河漫滩与一级阶地。

脑昌卡河是高黎贡山西坡恩梅开江支流之一，其北源从泸水的吴中流出，南源出自片马丫口及以南的一带山地。

龙川江和大盈江为瑞丽江的上源，源于腾冲境内的高黎贡山。此二江谷地比较开阔，有面积较大的河谷平原。

河流为高黎贡山地区鱼类的栖息场所，河谷地貌的特殊性与鱼类区系的特有现象具有直接的因果关系。

2.4 气候变迁

高黎贡山由于板块北移，纬度位置变化；气候也随之变迁。由位移前的典型热带气候转变为南亚热带气候（南部）和温带气候，更因山地抬升，来自孟加拉湾的水汽含量极为丰富的西南风气流一部分阻于高山，特别是高黎贡山北段，东西坡降水出现很大差异：独龙江中段年降水量 3672.8mm（1970～1990 年记录），下游马库竟高达 4795.9mm，而东坡同纬度的贡山县城茨开仅 1667.6mm。年降水由北向南明显减少。

西坡腾冲大坝年降水量已降减至 1977mm，东坡泸水为 1204mm。高黎贡山北部东西坡都没有明显的生理旱季。南部干湿季十分显著，11 月至次年 4 月降水少（占全年 13%～15%），晴天多，日照充足，相对湿度仅 15%～20%，为干季。水热条件的变迁无疑给鱼类区系的起源与活化带来巨大的影响。

3 板块位移对高黎贡山地区的鱼类区系生物效应

伊洛瓦底江和怒江为高黎贡山地区的两大水系，两江的主体河段都在热带地域。在第三纪时，高黎贡山两侧的河段也在热带范围。发生于第三纪、第四纪延续的位移活动和地块抬升运动将高黎贡山地域从热带搬移到现今的温带，使两大水系处于青藏高原和热带东南亚的交互作用之下，鱼类区系相应地做出了反应。

3.1 古北界和东洋界鱼类区系的交汇带即热带鱼类和温带鱼类共处之所

高黎贡山的鱼类区系中兼有东洋界热带亚洲广布的温水性鱼类（鲤科的鲃亚科 3 属 7 种，野鲮亚科 4 属 5 种）及古北界青藏高原特有的冷水性鱼类裂腹鱼亚科 2 属 8 种，鲱科 8 属 15 种 。东洋成分和古北成分同时出现在怒江的六库或保山河段，也可同时出现在伊洛瓦底江的支流龙江（腾冲）。虽然我们不能肯定这每种鱼就是起源于西藏高原或热带东南亚，但它们的祖先起源地是可以认定的。如果掸邦-马来亚板块不北移，这两个水系只能供东洋界鱼类栖息繁衍。

3.2 热带亚洲鱼类和西藏高原温带鱼类区系的界鱼石

调查资料表明，鲤科的热带亚科或喜温亚科的鱼种在怒江止于泸水六库河段，不北上到贡山、福贡；在伊洛瓦底江水系止于龙江，而不达泸水西坡脑昌卡河。例如，半刺结鱼［*Tor*（*Tor*）*hemispinus*］、后鳍四须鲃（*Barbodes opisthoptera*）、角鱼（*Epalzeorphynchus bicornis*）等都是怒江保山-六库河段的特有种。它们的出现很可能代表其热带祖先在这一地区留下的后代；祖型鱼群在这里进行过从热带型至温带型的蜕变过程。尽管如此，至今还未在终年水温很低的贡山、福贡河段发现有关热带属适于冷水型的鱼种或亚种。相反，来自西藏东南部的怒江裂腹鱼（*Schizothorax nukiangensis*）从昌都南下到贡山、福贡，在怒江中上游分布颇广，但却不在泸水以下的水域定居。高黎贡山整体在位移之前均坐落在高温高湿的热带，水温四季不变，南北一致。位移的结果，水温南北不同，不同来源的鱼只能在水温适宜的水域内洄游。说明六库（北纬 26°20′）怒江河段就是隔离喜温性鱼类和冷水性鱼类的界鱼石了。

3.3 鱼类繁衍后代的天堂

据陈银瑞（1998）报道“鲱科中的鳗，鲱类可能发生于晚上新世，原鳗（*Glypr oarwenum*）最先在西藏东南部出现”（待考，是否即为 Irrawaddy 或 Salween 的上游）。裂腹鱼亚科是青藏高原特有类群，大约自第三纪末开始从高黎贡山所在的掸邦-马来亚板块中的鲃亚科中分化出来。说明高黎贡山地区的主要鱼类（鲱科 15 种，裂腹鱼亚科 8 种）的家族均在晚第三纪末才发生，家族历史较短，在鱼类区系中均系年轻的类群。在它们的始祖类群出现之时，高黎贡山已经抬升很高，足以成为两大水系鱼类隔离分化

的基本条件（隔离障碍）。此时高黎贡山已大部分移入温带地域，区域内气候和水文都已出现了南北分异，其南部水域又给较为古老的热带型鱼类的生存、演化提供了条件。

在高黎贡山向北位移的历史时期内，鱼类区系进行了急剧的分化过程。在西侧的伊洛瓦底江 Irrawaddy 水系中创造了 15 个特有种，在其东侧的怒江分出了 11 个特有种（表 1），共计 26 种，占高黎贡山地域鱼类总数 49 种的 53%。特有化程度之高，为植物区系所不及，也为云南高原各大湖泊所不及。

高黎贡山东西坡有许多共有的属，但无相同的特有种，如西坡有裂腹鱼亚科的特有种，南方裂腹鱼（*Schizothorax meridionalis*）、独龙裂腹鱼（*Schizothorax dulongensis*）、吸口裂腹鱼（*Schizothorax myzostomus*）、灰裂腹鱼（*Schizothorax griseus*）和全裸裸重唇鱼（*Gymonidiptychus integrigymnatus*）5 种；东坡怒江河谷的特有裂腹鱼则是怒江裂腹鱼（*Schizothorax nukiangensis*）、保山裂腹鱼（*Schizothorax yunnanensis paoshanensis*）和贡山裂腹鱼（*Schizothorax gongshanensis*）3 种。裂鳆鱼这个西藏高原地区特有的亚科，在高黎贡山的两大水系中竟无 1 种相同，足见高黎贡山的存在对两江鱼类区系的隔离分化的重要生物学意义。由此还可以意识到，高黎贡山的水域仅在第四纪以来的一百万年内就孕育了至今仍生活在自己故乡的 8 种特有裂腹鱼，物种分化之快，足以令人惊奇。

鮡科（Sisoridae）的情况有些不同：①特有种主要出现在伊洛瓦底江水系：在高黎贡山地区有 15 种，伊洛瓦底江水系特有 6 种，其中 5 种限于高黎贡山西坡的独龙江、龙江、大盈江。怒江支流老窝河有一特有种贡山鮡 *Pareuchiloglanis gongshanensis*。②广布种限于泸水以下，8 种鮡科鱼类均可跨流域分布：穴形纹胸鮡（*Glyptothorax cavia*），短鳍鮡（*Pareuchiloglanis feae*）为两大水系所共有。巨魾（*Bogarius yarrelli*），黑鮡（*Gagata cenia*）由东南亚诸国经元江、澜沧江而达怒江（保山道街），因高黎贡山的隔离，未能进入伊洛瓦底江水系。扁头鮡（*Pareuchiloglanis kamengensis*）则由澜沧江、怒江经伊洛瓦底江水系而达印度。这些跨流域分布的鱼在高黎贡山地区大都限于保山道街以下，个别上游到了泸水。③鮡科可能起源于热带东南亚，而不是青藏高原。从高黎贡山地区的种类看，�、鮡能跨流域广泛分布，说明它们的祖先出现时期早于晚上新世，即当掸邦-马来亚板块虽开始北移但主体尚处于热带时期，那时高黎贡山，横断山诸夷平面 比较完整均一，各大水系在某些地段还有沟通的可能。古鳅、古鮡才得以从一条河扩散到另一条河。后来，当高黎贡山向北移动较远时，地形水温条件发生了变化，热带鱼种才在同一流域内进行适应性的分化，出现了为数不少的狭域特有种，这是自然的。“原鮡（*Glyproarwenum*）最先在西藏东南部出现”（陈银瑞　1998）与鮡科的热带起源并不矛盾，可能原鮡就是古鮡在此新环境下形成的新属，并在藏东南附近进行辐射分化。藏鳅、凿齿鮡可能就是这一分化过程的结果。如是，高黎贡山地区的鮡科鱼类是多元的：巨魾 *Bagarius* 属等可能起源于热带，藏鳅（*Exostoma abiatum*）的祖先可能起源于西藏。其他如热带性较强的鲃亚科（Barbinae）在高黎贡山地区形成了 4 个特有种［半刺结鱼（*Tor hemispinus*）、桥街结鱼（*Tor qiaojiensis*）、后鳍四须鲃（*Barbodes opisthoptera*）、大平四须鲃（*B. margarianus*）］；野鲮亚科（Labeonidae）有角鱼（*Epalzeophyrchus bicornis*）（怒江特有）、缺须盆唇鱼（*Placocheilus cryptonemus*）（怒江特有）、彩花穗唇鱼（*Crossocheilus latius*）（龙江、大盈江特有）、桥街墨

头鱼（*Garra qiaojiensis*）（龙江、大盈江）；鳅科也分化了 4 个特有种。

由于高黎贡山的位移历史，造成的生态环境多样性，高黎贡山水体成了不同来源（古北界的，东洋界的）鱼类的多样化中心。由于气候、地貌等限制因素。分化过程在隔离状态下进行，物种迁移路途险阻，因而，高黎贡山鱼类区系中的特有现象特别突出。

主要参考文献

曹文宣，陈宜瑜，武云飞等. 1981. 裂腹鱼类的起源和演化及其与青藏高原隆起的关系. 青藏高原隆起的时代、幅度和形式问题. 北京：科学出版社. 118～130

陈银瑞. 1995. 鱼类. 见：薛纪如. 高黎贡山国家自然保护区. 北京：中国林业出版社. 337～350

陈银瑞. 1998. 鱼类. 见：徐志辉. 怒江自然保护区. 昆明：云南美术出版社. 389～402

褚新洛，陈银瑞等. 1979. 鱼类的系统分类及演化谱系包括一新属和一新亚种的描述. 动物分类学报. 4(1)：72～82

褚新洛. 1987. 云南滇池：抚仙湖、洱海鱼类区系的起源和关系的分析. 高原生物学集刊，6：79～83

褚新洛，陈银瑞. 1989. 云南鱼类志（上册）. 北京：科学出版社

褚新洛，陈银瑞. 1990. 云南鱼类志（下册）. 北京：科学出版社

李恒. 1993. 独龙江地区植物. 昆明：云南科学技术出版社

李恒. 1994. 掸邦-马来亚板块位移对独龙江植物区系的生物效应. 云南植物研究，增刊 VI：113～120

李恒. 1994. 九子母科 Podoaceae 的系统演化、起源和物种替代. 云南植物研究，增刊 VI：121～126

李思忠. 1991. 中国淡水鱼类的分布区划. 北京：科学出版社

伍献文. 1964. 中国鲤科鱼类志，上卷. 上海：上海科学技术出版社

伍献文. 1977. 中国鲤科鱼类志，下卷. 上海：上海科学技术出版社

武云飞，吴翠珍. 1992. 青藏高原鱼类. 成都：四川科学技术出版社

薛纪如. 1995. 高黎贡山国家自然保护区. 北京：中国林业出版社

杨君兴，陈银瑞. 1995. 抚仙湖鱼类生物学和资源利用. 昆明：云南科学技术出版社

朱松泉. 1989. 中国条鳅志. 南京：江苏科学技术出版社

Anderson J M. 1878. Anatomical and zoological researches: Comprising an account of the zoological results of the two expeditions to western Yunnan in 1868 and 1865, 861～869

Chu Xin-Luo. 1986. Ichthyofauna and Its Geographical Subdivision in Yunnan, China, Proceedings of the Second International Conference on Indo-Pacific Fishes: 471～476

Menon A G K, Sen T K. 1966. Extension of the geographical range of *Euchiloglasis hodgarti* (Hora) with certain observations of glyptosternoid fishes of the family Sisorldae. Sci Cult, 32(4): 211～212

Biological Effect of the Burma-Malaya Geoblock Movement on Fish Fauna in Gaoligong Mountains

LI Heng　LONG Chun-lin

(Kunming Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Kunming　650204)

Abstract　The present paper introduces the process of the Burma-Malaya Geoblock movement northward and the historical environmental changes in the Gaoligong Mountains. The biological effect of the Burma-Malaya Geoblock movement on the fish

fauna in the region has been studied based on current data of fish occurred in the drainage system of the Salween River and Irrawaddy River within the region: ①The two drainage systems have fish fauna from both the Palaearctic region and Oriental regions. ②The line demarking the transition between Asiatic fish fauna to the south and the Tibetan Plateau fish fauna to the north is at approximately 26°N latitude with neither fish from the north passing the line to the south nor those from the south to the north. ③The Gaoligong Mountains is a center of species differentiation for many fish taxa. The endemism of fish in the region reaches as high as 53% of the total fish fauna. ④The origin of fish fauna in the Gaoligong Mountains may be from the tropics and may be from the temperate area of Palaearctic region. The authors believe that the family Sisoridae has a tropical origin but its individual genera and species have different origins. Most genera in the Sisoridae originated from the tropics while *Glyproarwenum* and its related genera probably originated from Tibet.

Key words Gaoligong Mountains, Fish fauna, Burma-Malaya Geoblock, Geoblock movement, Biological effect

高黎贡山两栖爬行动物新种和新亚种 *

杨大同　苏承业　利思敏

（中国科学院昆明动物研究所）

1973 年 4 月至 7 月，同年 11 月至 1974 年 7 月，曾两次在云南省高黎贡山地区进行两栖爬行动物区系调查。经研究，发现两栖类 2 新种，爬行类 1 新亚种。模式标本保存在中国科学院昆明动物研究所。

贡山短齿蟾 *Scutiger gongshanensis*，新种

正模标本

1 ♂(730388)；云南省贡山县“十二号桥”，海拔 2750m；1973 年 6 月 16 日。

副模标本

7 ♂♂，各期蝌蚪；贡山县“十二号桥”、东哨房，海拔 2500～3300m；1973 年 6 月 16～18 日。

鉴别特征

新种有以下特征与锡金短齿蟾（*S. sikkimensis*）相区别：雄性咽侧有一对内声囊，声囊孔极大；外掌突小而圆；有雄性线。

形态描述

雄性体长达 54mm；瞳孔垂直椭圆；头宽略大于头长；吻端钝圆，略超出下颌；吻棱明显；额部微凹；颊部略倾斜，颊面凹入；上眼睑后部游离缘有肉质疣；鼻孔近吻端；鼻间距等于眼间距，略小于上眼睑宽；无鼓膜；颞褶隆起似耳后腺；舌卵圆，后端游离，缺刻不显；上颌齿突圆而明显；无犁骨齿；咽鼓管口小；有一对咽侧内声囊，声囊孔极大。

前肢较粗壮，前臂及手不及体长之半；指间无蹼，指端圆球状，但不显著膨大，指长顺序 3、4、1、2，第一、二指等长，无关节下瘤，指侧缘膜不显；内掌突发达，外掌突小而圆。后肢短而粗壮，为体长的 115.9％，胫跗关节前伸达肩部；趾端稍膨大呈圆球状，第三、五趾几等长，趾间无蹼，趾侧缘膜不显，无关节下瘤；无跗褶；内蹠突长椭圆形，无外蹠突。

背部皮肤粗糙，散布较大的多孔圆疣，臂外侧及胫、跗节者呈隆肿状；前肢腹面、

* 本文 1979 年发表于《动物分类学报》，4(2)：185～188。

指、股外侧及肛下方有浅色疣粒，疣粒表面无刺。下颌缘表面有小黑刺，正中尤密。

生活时，头体背而及四肢背面青灰色；颞褶下半部黑色；自眼间沿背脊至肛前有一黑褐色宽纵纹，两侧各有一窄纹与之平行，个别标本窄纹不规则，体背圆疣深黑色；上颌缘色浅，散有不规则的黑斑纹；自眼前角沿吻棱下方至吻端黑纹显著，左右二黑纹在吻端不相遇。腹面浅灰色，散有深色云状斑。四肢背面黑斑不规则，有的呈短横纹状；指、趾末端浅棕色。

第二性征

六月中旬采得的雄性第一、二指有黑刺，刺基连成一片；有七号标本胸部有刺团一对，另一号标本在刺团外侧后方还有一小刺团，彼此界限分明；七号标本腋腺显著，一号不显；有雄性线；咽侧有一对内声囊。

蝌蚪

体呈纺锤形，通身背面黑褐色；口周唇乳突单行排列，上唇中央微缺，近角质喙处有几枚副突，唇齿式有变异：I：2-2/I：2-2，I：2-2/I：3-3，I：3-3/I：3-3。第一对味角器呈单指状。6 月 26 日采得四肢发育完全的幼体一个，头体长 19.5mm；尾长 31.5mm；前臂及手长 7.5mm；后肢长 16.5mm；跗足长 9mm；前肢有二道不规则的黑纹及斑点。同一水沟中（pH6.4）生活着不同发育期的蝌蚪。

生态资料

新种在高黎贡山生活在海拔 2500～3300m 的沼泽地中，地表多为蕨类及菊科植物。12 月至次年 5 月全被积雪覆盖。6 月中旬，在气温 9℃，水温 5.5℃时，发现雄蟾静伏于蕨类植物下的泥窝里，或在倒伏的树杆下或土洞中。鸣声“咯—”，单一而低沉，间隔时间长。股处侧有绿色水蛭寄生。

陇川小树蛙 *Philautus longchuanensis*，新种

正模标本

1 ♂（74II0046）；云南省陇川县拱东，海拔 1600m；1974 年 7 月 16 日。

副模标本

12 ♂♂，产地与正模同；1974 年 7 月 16～18 日。

鉴别特征

新种与黑眼睑小树蛙（*P. gracilipes*）相似，但新种指、趾吸盘橘红色；趾间 1/4 蹼，第四、五趾间蹼不发达。与红吸盘小树蛙（*Philautus rhododiscus*）的主要区别是：新种鼓膜小于第三指吸盘；有咽下单外声囊。

形态描述

雄性最大体长达 21.2mm；头长宽几相等；吻端钝而高，超出下颌；吻棱圆，颊部

略向外倾斜；鼻孔位于吻眼间；眼间距小于眼径而稍大于鼻间距和眼睑宽；鼓膜明显，小于第三指吸盘；无犁骨齿；舌梨形，后端缺刻深。

前臂及手不及体长之半；指端均有吸盘及横沟，第一指吸盘小，指序3、4、2、1，指间无蹼，第一、二指侧有缘膜，关节下瘤清晰。后肢细长，胫跗关节前伸达眼，左右跟部相遇，胫长为体长之半，足稍短于胫，趾吸盘略小于指吸盘，趾间1/4蹼，趾侧无缘膜，外侧蹠间无蹼，关节下瘤明显，内蹠突长椭圆形，无外蹠突。

背部皮肤具稀疏小疣，上眼睑疣粒稍多于背部者；颞褶明显，咽喉部皮肤光滑，呈薄膜状，腹部扁平疣密集。

生活时，背面正中几为浅黑褐色，个别标本隐约可见"×"形斑纹。背侧色浅淡；上眼睑色稍深，眼间有黑褐色三角斑；胯部黑斑显著。前肢有黑褐色横纹二道；后肢黑褐色横斑排列稀疏；指、趾吸盘橘红色。腹面灰蓝色。浸液标本"×"形斑纹不显。

第二性征

第一指基部灰白色婚垫显著；有雄性线；有咽下单外声囊，声囊孔长裂形。

生态资料

全部标本均采自1350～1600m热带亚热带灌丛中，黄昏时能发出"噔、噔"，一连几次、十几次，甚至二十多次清脆而洪亮的声音。

西藏树蜥巴坡亚种 *Calotes Hingdonwardi bapoensis*，新亚种

正模标本

1♂(730010号)；云南省贡山县巴坡，海拔1450m；1973年5月15日。

配模标本

1♀（730036号)；采集地与正模同；1973年6月6日。

鉴别特征

新亚种与西藏树蜥指名亚种 *Calotes k. kingdonwardi* 的主要区别在于，新亚种下颌部除正中一行鳞起棱外，其余均被以平行四边形的平滑鳞片；喉囊被粒鳞；后肢前伸达口角后方。

体全长

雄98＋204mm，雌100＋202mm。

体色

体侧及腹面均为浅蓝绿色；沿背脊中线有3个黑褐色横斑，颈背者最小；头顶部除起棱部位为蓝绿色外，其余均为黑褐色；尾部浅棕色，有浅灰色环10个。配模与正模同。

第二性征

雄性喉囊血红色。

生态资料

1973 年 5 月中旬至 6 月发现该蜥栖于高黎贡山西坡独龙江河谷农耕地周围的灌丛中。配模标本怀卵 11 枚，左 5 右 6，卵径（14～16.3）×（81～0.1）mm。

主要参考文献

刘承钊，胡淑琴. 1961. 中国无尾两栖类. 北京：科学出版社. 1～3640

刘承钊，胡淑琴. 1962. 广西两栖爬行动物初步调查报告. 动物学报，14(增刊)：73～104

刘承钊，胡淑琴，杨抚华. 1960. 1958 年云南省两栖类调查报告. 动物学报，12(2)：149～174

Boulenger G A. 1890. The Fauna of British India, including Ceylon and Burma. Reptilia and Batrachia. London. 1～540

Myers G S, Leviton A E. 1962. Generic classification of the high-altitude pelobatid toads of Asia. Copeia (2): 287～291

Pope C H. 1935. The Reptiles of China. Nat Hist Central Asia, 10: 457～487

Smith M A. 1935. The Fauna of British India including Ceylon and Burma. Reptilia and Amphibia. London. 2 (Sauria): 204～205

New Species and New Subspecies of Amphibians and Reptiles from Gaoligong Mountains Yunnan

YANG Da-tong SU Cheng-ye LI Si-min

(Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica)

This paper presents two new species of Anura and a new subspecies of Sauria. Their diagnoses are described as below. All the types are kept in the Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica.

Scutiger gongshanensis **Yang et Su, sp. nov.**

Holotype. No. 730 388, adult male; 12th Bridge (十二号桥), Gongshan Xian (贡山县), Yunnan, altitude 2750m; June 16, 1973.

Paratypes. 7 adult males and a lot of tadpoles, collected from 12th Bridge and Dong-shao-fang (东哨房), Gongshan Xian, Yunnan, altitude: 2500～3300m; June 16～18, 1973.

Diagnosis. This new species differs from *Scutiger sikkimensis* in the males having small outer palm tubercles, a pair of small axillary glands, two subgular internal vocal

sacs, and lineae masculinae.

***Philautus longchuanensis* Yang et Li, sp. nov.**

Holotype. No. 74110046, adult male; Gongdong (拱东), Longchuan Xian (陇川县), Yunnan, altitude 1600m; July 16, 1974.

Paratypes 12 ♂♂; locality, same as holotype; July 16～18, 1974.

Diagnosis. This new species is closely related to *Philautus gracilipes*, but differs from it in having all the discs red-colored, the toes about 1/4 webbed. It is also related to *Philautus rhododiscus*, but differs from the latter in having the disk of the third finger not larger than the tympanum, and possessing an external subgular vocal sac.

***Calotes kingdonwardi bapoensis* Yang et** Su, subsp. nov.

Holotype. No. 730010, adult male; Bapo (巴坡), Gongshan Xian, Yunnan, altitude 1450m; May 15, 1973.

Allotype. No. 730036; locality same as holotype; June 6, 1973.

Diagnosis. This new subspecies differs from the nominate subspecies *Calotesk. kingdonwardi* in having subquadrangular smooth scales on the mandibular area, except for the central row, and granular scales on the gular sac, and the hindlimb reaching to the posterior angle of the mouth.

云南西部高黎贡山两种蟾蜍的核型、C带及Ag-NOR的研究*
（无尾目 Anura，蟾蜍科 Bufonidae）

刘万兆　杨大同

（中国科学院昆明动物研究所，昆明　650223）

摘　要　研究了云南西部高黎贡山 2 种蟾蜍，即喜山蟾蜍（*Bufo himalayanus*）和黑眶蟾蜍（*B. melanostictus*）的核型、C 带及 Ag-NOR。2 种蟾蜍的核型均由 11 对染色体组成（$2n=22$，$NF=44$），根据染色体的大小可分为 2 组，大型染色体组（A 组）6 对，小型染色体组（B 组）5 对。2 种间染色体形态差异较小，主要表现在 2 种间少数染色体对的臂比值和次缢痕位置有差异，因而认为喜山蟾蜍和黑眶蟾蜍亲缘关系较近。2 种蟾蜍的 C 带和 Ag-NOR 也有一定差异。未发现与性别相关的异型染色体对。

关键词　无尾目，蟾蜍科，蟾蜍属，核型，C 带，Ag-NOR

喜山蟾蜍（*Bufo himalayanus*）和黑眶蟾蜍（*B. melanostictus*）是近缘种，同属于蟾蜍属（*Bufo*）黑眶蟾蜍种组（Inger　1972）。其中，喜山蟾蜍只分布于喜马拉雅山脉南侧的部分地区，黑眶蟾蜍则广泛分布于南亚、东南亚、日本和我国南部的大部分地区。在云南省西部的高黎贡山地区，两种蟾蜍在分布上呈南北向地理替代（胡其雄等　1984）。本文比较了产于云南省西部高黎贡山地区的两种蟾蜍的核型、C 带和 Ag-NOR，以期探讨二者之间的核型进化关系，并为探讨我国蟾蜍类的起源和演化提供基础资料。

1　材料与方法

1.1　活体动物标本

黑眶蟾蜍：2♂，3♀，采于云南省腾冲县大蒿坪，海拔 2100m。

喜山蟾蜍：1♀，2 幼体，采于云南省贡山县独龙江，海拔 1300m。

1.2　染色体标本制作及 C 带和 Ag-NOR 的显示和观察

染色体标本片均由骨髓细胞低渗处理的方法制得。活体动物先以 10μg/g 体重的量腹腔注射秋水仙素，15～24h 后，处死动物取出股骨和腓骨。制片方法有两种：①改进的蒸汽固定法（吴政安　1984）：用低渗液（0.4%KCl）直接将骨骼细胞冲到玻璃片上，低渗处理 30～45min，乙醇∶冰醋酸∶水＝1∶2∶3 蒸汽固定 90min，以无水乙醇再蒸汽固定 10min，最后取出玻璃片滴几滴甲醇∶冰醋酸（＝3∶1）固定液，晾干。一

---

* 本文 1998 年发表于《两栖爬行动物学研究》（第 6、7 辑）：1～4。

般在野外采用这种方法。②常规空气干操法：低渗 40min，冰醋酸：甲醇（1∶3）固定 2 次，每次不少于 15min，滴片，晾干。一般在实验室采用这种方法。

10% Giemsa(pH6.8）染色 10min，镜检。每种观察 100 个以上中期相以确定染色体数目；选择 10 个较好的拍照、放大、测量，以确定染色体形态。

C 带方法参照 Stmner(1972）的 BSG 法，半个月以内片龄的染色体标本片，在 38℃保温条件下，在 5% $Ba(OH)_2$ 溶液中处理 7～10min，2×SSC 溶液 65℃温育过夜，10% Giemsa（pH6.8）染色 5～7min。观察 10 个以上中期相，确定 C 带带型。Ag-NOR 染色法参照 Howell 等（1980）的一步染色法。观察 10 个以上中期分裂相，确定 Ag-NOR 的位置。染色体分类按 Green 等（1980）的方法进行。

2　结果

2.1　核型

喜山蟾蜍的核型由 $2n=22$ 条染色体组成，根据相对长度可分为 2 组，即大型染色体组（A 组）和小型染色体组（B 组）。A 组由 6 染色体组成，即 No.1～6，No.4 介于中着丝粒染色体（m）和亚中着丝粒染色体（sm）之间（$AR=1.65\pm0.14$），其余均为 m；B 组由 5 对染色体组成，即 No.7～11，均为 m。次缢痕位于 No.7 的长臂末端，比较微弱。未发现与性别相关的异型性染色体。

黑眶蟾蜍的核型也由 $2n=22$ 条染色体组成，依相对长度可分为 2 组，A 组由 5 对大型染色体组成，即 No.1～6，其中 No.5 介于 m 和 sm 之间（$AR=1.65+0.07$），其余均为 m；B 组由 5 对小型染色体组成，即 No.7～11，其中 No.8 为 sm，其余均为 m。次缢痕位于 No.11 的长臂末端。未发现与性别相关的异型性染色体。与高建民（1983）报道的福建产黑眶蟾蜍的核型相似。两种蟾蜍的染色体测量数据见表 1。

表 1　两种蟾蜍中期染色体测量统计表（$n=10$）

	黑眶蟾蜍 *B. melanostictus*		喜山蟾蜍 *B. himalayanus*	
No.	相对长度(*RL*)	臂比值(*AR*)	相对长度(*RL*)	臂比值(*AR*)
1	17.31±0.42	(1.19±0.01)m	18.53±0.51	(1.37±0.05)m
2	16.18±0.53	(1.25±0.04)m	16.13±0.65	(1.24±0.08)m
3	13.73±0.29	(1.49±0.06)m	13.05±0.28	(1.45±0.03)m
4	12.37±0.27	(1.81±0.09)sm	12.45±0.29	(1.56±0.14)m/sm
5	11.10±0.24	(1.65±0.07)m/sm	10.68±0.44	(1.09±0.05)m
6	8.43±0.29	(1.33±0.03)m	8.05±0.25	(1.34±0.07)m
7	4.92±0.11	(1.29±0.03)m	5.24±0.12	(1.36±0.02)m
8	5.84±0.15	(1.82±0.05)m	4.90±0.07	(1.33±0.05)m
9	4.49±0.16	(1.24±0.08)m	4.68±0.08	(1.19±0.07)m
10	3.72±0.23	(1.29±0.17)m	3.62±0.13	(1.17±0.04)m
11	2.91±0.12	(1.38±0.06)m	2.92±0.07	(1.21±0.04)m

2.2 C带

两种蟾蜍的C带带型差异比较大，分述如下：黑眶蟾蜍的No. 1、No. 5的短臂和No. 6的长臂上有比较明显的插入C带，No. 1和No. 2的长臂上有比较明显的端带。喜山蟾蜍除着丝粒C带外，未观察到明显的端带和插入带，只在No. 6的长臂和短臂上观察到弱的异染色质区。

2.3 Ag-NOR

黑眶蟾蜍的Ag-NOR于次缢痕位置相对应，位于No. 11的长臂末端，喜山蟾蜍的Ag-NOR比较特殊，在次缢痕对应位置上，只有1条染色体的Ag-NOR特别强，而另1条染色体的Ag-NOR无活性。除此之外，在No. 11的长臂上有1对Ag-NOR，在No. 5的长臂末端也观察到了Ag-NOR。

3 讨论

蟾蜍属（*Bufo*）是无尾两栖类中一个包含物种极多，分布极广的大属，目前已知共有300种以上，该属已有核型报道的愈100种，除少数种类外，绝大多数为$2n=22$（欧洲、亚洲和南北美洲）或$2n=20$（主要是非洲产种类）两种类型（Kuramoto 1990）。分布于欧亚大陆的蟾蜍其核型基本上都为$2n=22$，由6对大型染色体和5型染色体组成，蟾蜍属的核型在染色体数目上是十分保守的。尽管如此，种间还是存在着一定的差异，这种差异主要体现在相对长度、臂比值和次缢痕的位置等特征上，而且，一般亲缘关系较近的种之间差异小，而亲缘关系较远的种之间差异较大（Morescalchi 1973）。本文报道的两种蟾蜍同属于黑眶蟾蜍种组，在核型上，我们发现二者的各对染色体之间相对长度差异不明显，主要的差异有两个：①臂比值的差异，黑眶蟾蜍的No. 4为sm，No. 5介于m和sm之间；而喜山蟾蜍除No. 4介于m和sm之间外，其余均为m；②次缢痕的位置不同，黑眶蟾蜍的次缢痕位于No. 11的长臂末端，而喜山蟾蜍的次缢痕位于No. 6的长臂末端。由此可见，黑眶蟾蜍和喜山蟾蜍是亲缘关系较相近的。

两种蟾蜍的C带和Ag-NOR的差异比较明显。黑眶蟾蜍的No. 1，No. 5的短臂和No. 6的长臂上有比较明显的插入C带，No. 1和No. 2的长臂上有比较明显的端带。喜山蟾蜍除着丝粒C带外，未观察到明显的端带和插入带，只在No. 6的长臂和短臂上观察到弱的异染色质区C带是核型进化过程中染色体易位的“痕迹”（Schmidt 1978），C带的多少在一定程度上反映了发生易位的次数，C带较丰富的核型可能是较进化的。由此看来，黑眶蟾蜍的核型相对较进化，而喜山蟾蜍的相对较原始。

两种蟾蜍的Ag-NOR也有差异，黑眶蟾蜍的Ag-NOR于次缢痕位置相对应，位于No. 11的长臂末端，喜山蟾蜍的Ag-NOR比较特殊，在次缢痕对应位置上，只有1条染色体的Ag-NOR特别强，而另1条染色体的Ag-NOR无活性，除此之外，在No. 11的长臂上有1对Ag-NOR，在No. 5的长臂末端也观察到了Ag-NOR。这种在几对染色体上都有Ag-NOR的现象在两栖动物中是比较少见的。这个问题还有待于进一步深入研究。

主要参考文献

方自力，赵尔宓. 1992. 中国蟾蜍属 *Bufo*（Anura：Bufonidae）的系统分类研究. 两栖爬行动物学论文集. 成都：四川科学技术出版社，77～100

高建民. 1983. 黑眶蟾蜍和大蟾蜍中华亚种染色体组型的比较研究. 武夷科学，3：69～78

胡其雄，江耀明，田婉淑. 1984. 我国蟾蜍属的分类研究. 两栖爬行动物学报，3(1)：79～85

吴政安. 两栖类骨髓细胞的染色体标本制作法. 遗传，4(1)：38～39

Green D M，Bogart J P，Anthony E H et al. 1980. An interactive，microcomputer-based karyotype analysis system for phylogenetic cytotaxonomy. Coput Biol Med，10：219～227

Inger R F. 1972. *Bufo* of Eurasia. In：Blair W F. Evolution in the Genus *Bufo* University of Texas Press，Austin and London. 102～118

Morescalchi A. 1973. Amphibia. In：Ciarelli A B，Capanna E. Cytotaxonomy 82 Vertebrate Evolution. New York：Academic Press. 233～248

Schmid M. 1978. Chromosome banding in Amphibia：1. Constitutive heterochromatin and nucleolus organizers regions in *Bufo* and *Hyda* Chromosoma（Berl.），66：361～388

A Study on Karyotype，C-banding and AG-NORs of Two Species of *Bufo* in Gaoligong Mountains，Yunnan

LIU Wan-zhao　YANG Da-tong

（Kunming Institute of Zoology，Academia Sinica，Kunming，Yunnan　650223）

Abstract　In this paper，karyotypes，C-banding pattern and Ag-NORs of 2 species of *Bufo*，*B. himalayanus* and *B. melanostictus* were examined and presented. Karyotypes of the two species examined have $2n=22$ chromosomes consisting of 6 large and 5 small pairs. They differ from each other both in chromosome shapes and positions of secondary constriction. C-banding pattern revealed that *B. melanostictus* has more positive heterochromatic areas than *B. himalayanus*. Silver stained karyotypes indicated that Ag-NORs of *B. melanostictus* were located in the long arms of pair No. 11 adhering to positions of secondary constriction. But Ag-NORs of *B. himalayanus* were located in one chromosome of pair No. 7，one pair in long arms of No. 11 and one pair in long arms of No. 5. The implications of systematics and evolution of the findings are also discussed.

Key words　Anura，Bufonidae，*Bufo*，Karyotype，C-banding，Ag-NORs

云南高黎贡山白领大角蟾的核型、C 带及 Ag-NOR 的研究*

刘万兆　杨大同

（中国科学院昆明动物研究所　昆明　650223）

摘　要　比较了云南高黎贡山地区的贡山独龙江和腾冲大蒿坪白颌大角蟾（*Megophrys lateralis*）两个地理种群的核型C带和 Ag-NOR。结果表明，两个地理种群在核型和带型上都有差异。两个地理种群的核型均为 $2n=26$，NF＝52 染色体形态差异不明显，而次缢痕的位置完全不同。贡山独龙江标本的次缢痕位于 No.2 的长臂上近着丝粒处。腾冲标本的次缢痕位于 No.5 的短臂上近着丝粒的部位。在腾冲标本中发现一雄性个体中有一条额外的染色体，可能是 R 染色体。两地标本的 C 带差异不太显著，贡山独龙江标本的 C 带相对较为显著。贡山独龙江标本的 Ag-NOR 位于 No.2 长臂近着丝粒处，与次缢痕的部位对应。两条同源染色体上大小有显著差异，腾冲标本的 Ag-NOR 位于 No.5 短臂上近着丝粒处，与次缢痕的部位对应。依据核型和带型的比较，对白颌大角蟾的分类和进化问题进行了讨论。

关键词　无尾目，锄足蟾科，白颌大角蟾，核型，C 带，Ag-NOR

白颌大角蟾（*Megophrys lateralis*）是锄足蟾科（Pelobatidae）中分布范围较广的一个种，其分布在国内西起云南西部，东至广东，呈不连续分布，在云南和广东之间仅发现于湖南；在国外分布于印度北部、孟加拉国、缅甸、越南北部等，其模式标本产地在缅甸北部八莫附近的依洛瓦底江沿岸。在云南，白颌大角蟾的分布北起滇西北的贡山，南可达滇南的河口，也呈不连续分布。这种分布使得白颌大角蟾在形态上出现了不同程度的分化，由此推测，在遗传上也可能有一定的分化。由于不同地理种群之间隔离分化的时间和特征分化程度的不同，为我们提供了物种分化过程中不同阶段的样本，因此是研究两栖动物物种分化的理想类群。

本文报道了高黎贡山西坡两个地理种群的核型——C 带及 Ag-NOR，以期对探讨白颌大角蟾的分类和进化问题有所裨益。

1　材料和方法

1.1　活体动物标本

云南省腾冲县大蒿坪（临近模式标本产地）：6♂♂，3♀♀。云南省贡山县独龙江：4♂♂，3♀♀。

1.2　染色体标本制作及 C 带和 Ag-NOR 的显示和观察

染色体标本片均由骨髓细胞低渗处理的方法制得。活体动物先以其体重 10^{-5} 的剂

* 本文 1998 年发表于《应用与环境生物学报》，4(2)：148～151。

量腹腔注射秋水仙素，10～15h 后，处死动物取出股骨和腓骨。制片方法有两种：①一般在野外采用改进的蒸气固定法。这种方法，在多数情况下可得到满意的结果，但有时用此法制得的标本片在做显带处理时结果不能令人满意。②在实验室一般采用本实验室常用的常规空气干燥法。

Giemsa 原液以缓冲液（pH6.8）稀释 10 倍，染色 10min，镜检，每种观察 100 个以上中期相以确定染色体数目；选择 10 个较好的拍照、放大、测量，以确定染色体形态。

C 带方法参照 Sumner Aq BSG 法。半个月以内片龄的片子，在 38℃保温条件下，在浓度为 ρ[Ba(OH)]=5g/100ml 溶液中处理，7～10min，2×SSC 溶液 65℃温育过夜，Giemsa 原液以缓冲液（pH 6.8）稀释 10 倍，染色 5min。观察 10 个以上中期相，确定 C 带带型。

Ag-NOR 染色法参照 Howell 等（1980）的一步染色法。观察 10 个以上中期相，确定 Ag-NOR 的位置。

染色体分类按 Green 等（1980）的方法进行。

2 结果

2.1 核型

贡山独龙江标本的核型 $2n=26$，可分为 2 组：第一组由 6 对大型染色体组成，其中 No.1、No.5、No.6 为中着丝粒染色体（m），No.3 为亚中着丝粒染色体（sm），No.4 介于中和亚中之间（m/sm），在 No.2 的长臂上近着丝粒处有明显的次缢痕；第二组由 7 对小型染色体组成，其中 No.7、No.8、No.10、No.11、No.12 为中着丝粒染色体（m），No.9、No.13 为亚端着丝粒染色体 C 带［图 1(A)］。

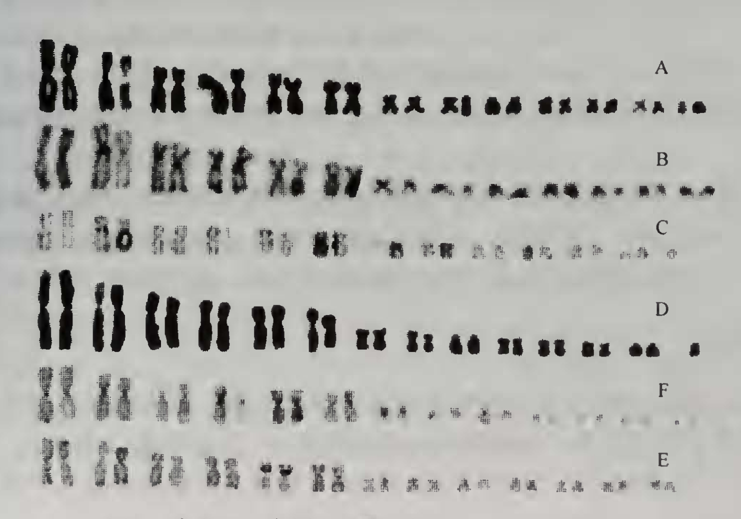


图 1　高黎贡山白颌大角蟾的核型、C 带及 Ag-NOR

A～C：贡山独龙江产白颌大角蟾的核型(A)，C 带(B)和 Ag-NOR(C)；

D～F：腾冲大蒿坪产白颌大角蟾的核型(D)，C 带(E)和 Ag-NOR(F)；

腾冲标本的核型组成与贡山独龙江标本的基本相似，不同之处有以下两点：①腾冲标本的次缢痕位于 No. 5 的短臂上近着丝粒的部位；②在一个雄性个体的核型中发现了一条超数染色体，其相对长度介于 No. 11 和 No. 12 之间，臂比值为 1.45，为中着丝粒染色体[图1(D)]。染色体测量数据见表 1。

表 1　高黎贡山白颌大角蟾两个地理种群的中期染体测量统计表（N=10）

No.	腾冲标本		贡山标本	
	相对长度(l_r)	臂比值(r_a)	相对长度(l_r)	臂比值(r_a)
1	17.08±1.21	1.29±0.09(m)	16.81±0.92	1.24±0.05(m)
2	14.57±1.36	1.59±0.08(m)	14.24±0.70	1.52±0.18(sm)
3	11.68±0.67	1.84±0.24(sm)	11.70±0.49	1.97±0.21(sm)
4	10.62±0.48	1.62±0.16(m/sm)	10.67±0.42	1.58±0.14(m/sm)
5	9.67±0.83	1.27±0.07(m)	9.83±0.58	1.36±0.06(m)
6	9.12±0.52	1.33±0.09(m)	9.36±0.46	1.29±0.07(m)
7	5.27±0.48	1.19±0.05(m)	5.78±0.29	1.16±0.05(m)
8	4.56±0.34	1.27±0.08(m)	4.68±0.41	1.32±0.03(m)
9	4.24±0.38	5.87±0.36(st)	4.27±0.39	4.48±0.43(st)
10	3.78±0.26	1.29±0.09(m)	3.79±0.30	1.27±0.08(m)
11	3.39±0.23	1.17±0.05(m)	3.34±0.37	1.15±0.03(m)
12	3.12±0.25	1.43±0.14(m)	3.18±0.32	1.45±0.06(m)
13	3.06±0.27	3.88±0.29(st)	3.16±0.22	3.73±0.14(st)
B*	3.26±0.47	1.25±0.09(m)		

* 为便于比较，该染色体的长度未计入单倍体总长。

2.2　C 带

贡山独龙江标本的 C 带核型显示，在所有的染色体上着丝粒均为正染，而强弱稍有不同，No. 1 和 No. 5 的着丝粒 C 带较弱，大型染色体（No. 1～6）的端部 C 带比较明显，尤其是 No. 3 和 No. 4 的长臂上的端带更加显著。在 No. 2 的长臂上近着丝粒，与次缢痕对应的部位有明显的插入 C 带，其他染色体上未观察到明显的插入 C 带［图 1（B)］。

腾冲标本的 C 带核型显示，在所有的染色体上着丝粒均为正染，强弱也有不同，No. 4 和 No. 7 的着丝粒 C 带较强，其他各对相对较弱。各对染色体的端带和插入带都不明显，在 No. 5 的短臂上靠近着丝粒的部位染色稍深，但不明显［图 1（E)］。

2.3　Ag-NOR

银染显示，两地标本的 Ag-NOR 的位置有显著差异，贡山独龙江标本的 Ag-NOR 位于 No. 2 长臂近着丝粒处，与次缢痕的部位相对应，两条同源染色体上大小有显著差异［图 1（C)］。腾冲标本的 Ag-NOR 位于 No. 5 短臂上近着丝粒处，与次缢痕的部位相对应［图 1（F)］。

3　讨论

角蟾属（*Megophrys*）共有 24 种（包括短腿蟾属和无耳蟾属），以有核型报道的 8

种，其核型均为 $2n=26$，但有两种模式，一种为 6+7，即 6 对大染色体和 7 对小染色体，已知仅白颌大角蟾和凹顶角蟾为此种模式，另一种为 5+8，由 5 对大染色体和 8 对小型染色体，多数角蟾的核型属此种模式，可能前者较原始。而后者较为特化，本文报道的高黎贡山两个地区的白颌大角蟾的核型与吴贯夫等（1993）的结果基本一致，只是测量数据稍有差异。

高黎贡山两地白颌大角蟾核型和带型研究结果表明，两个地理居群的核型有以下几个方面的差异：①腾冲标本中发现了一条额外染色体，而在贡山独龙江标本中却没有发现；②腾冲标本的次缢痕位于 No.5 的短臂上，而贡山独龙江标本的次缢痕位于 No.2 长臂上，Ag-NOR 的位置也与此有相应的差异；③贡山独龙江标本 C 带较腾冲标本的 C 带显著。因此，两地的标本在细胞遗传学特征上具有一定差异，这与杨大同等（1994）的形态比较研究结果是吻合的。至于两地标本是否为不同的种或亚种，还应进一步深入研究。

吴贯夫等（1993）在腾冲一雌性个体中发现 $2n=27$，即有一条不能配对的端着丝粒染色体。而本研究中，我们在同一地点的一个雄性个体中也发现 $2n=27$，有一条额外的中着丝粒染色体，所不同的是只在约 50%的分裂相中有该染色体。由此看来，该染色体的出现与性别无关，很可能该染色体是 B 染色体。在锄足蟾科中，这种染色体数目的变异比较多见，我们认为这一方面表明了锄足蟾科两栖动物染色体数目的多样性。另一方面，从两栖动物核进化的角度看，可能是锄足蟾科两栖动物的核型进化比较活跃的标志之一。锄足蟾科在两栖动物进化中被认为是原始的，也有的学者认为是一个过渡类群，但是该类群的核型却与高等无尾类具有相似的核型模式。我们认为，锄足蟾科动物的核型虽然其基本模式与高等无尾类相似。但并没有达到像蛙科、树蛙科那样的稳定状态，其染色体重组仍然十分活跃，其证据除了数目的变异现象外，次缢痕和 Ag-NOR 位置的差异也是一个值得注意的现象，不仅种间差异大，而本研究的结果表明，白颌大角蟾种内不同的地理居群也有较明显的差异。

费梁等（1992）根据形态学特征，将产于云南景东的标本定为腺角蟾，而杨大同等（1994）的形态特征比较结果表明，贡山独龙江和腾冲大蒿坪两地的标本差异比云南景东与腾冲大蒿坪两地标本间的差异显著，并认为腺角蟾为无效种名。本文没有得到景东标本的核型和带型资料，故不能对腺角蟾是否为有效种做出判断。但前人的形态学研究说明，分布于我国的白颌大角蟾由于分布上的间断，地理居群间的隔离分化是很明显的，特征分化不仅表现在形态学特征。而且本文的研究结果表明，在细胞学特征上也有不同程度的分化。这些特征分化由于隔离时间的长短，程度有所不同，在有的地理居群中积累，已达到了种级差异，成为不同的种，而有的处于不同的分化阶段。我们认为，在更大的范围内，对白颌大角蟾不同地理居群的深入研究，特别是细胞和分子进化的研究，将为我国锄足蟾科，乃至两栖动物的物种分化过程，提供重要的参考资料。

主要参考文献

李树深．1993．云南三种角蟾的细胞遗传学研究．遗传学报，20：126～132

费梁，叶昌媛，黄永昭．1992．中国锄足蟾科角蟾属二新种的描述．动物学研究，13(1)：5～12

刘万兆，杨大同．1994．中国西南部三种湍蛙的核型与带型的比较研究．动物学研究，15(增刊)：158～165
吴贯夫．1987．中国锄足蟾科的细胞分类学研究：白颌大角蟾和无耳蟾的核型分析．两栖爬行动物学报，(60)：45～48
杨大同，刘万兆，饶定齐等．1994．白颌大角蟾三个种群分化的研究．动物学研究，15(增刊)：124～130
Anderson J. 1879. Anatomical zoological researches: Comprising an account of two expeditions to western Yunnan in 1868 and 1875. In: Reptilia aid Amphibia. London. 2: 705～860
Frost D R. 1985. Amphibian Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference: Assoc sys. Lawrence. Kansas. Coll. Allen Press. 732
Green D M., Bogart J P, Anthony E H, et al. 1980. Genner, An interactive, micro-bcomputer-based karyotype analysis system for phylogenetic cytotaxono. Coput Riol Med, 10: 219～227
Howell W M, Black D A. 1980. Contraled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective collioal developer: a 1-step method. Experiential, 36: 1014～1015
Morosecalchi A. 1977. Phylogenetic aspects of karyological evidence. In: Hechi M K, Goody P C. Hechi BM Major Patterns in Vertebrate Evolution, New York: Plenum Press. 149～167
Morosecalchi A, Olmo E, Stingo V. 1977. Trends of karyolo gical evolution in pelobatid frogs. Experiential, 33: 1577～1578
Omura T. 1967. A method for chromosome preparations from amphibian bone morro cells without invetro culture and centrifugation. Zool Mag (Tokyo). 76 (7): 239～240
Sumner AT. 1972. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. Exp Cell Res, 75: 304～306

Study on Karyotype, C-banding and Ag-NORs of Two Geographic Populations of *Megophrys Lateralis* from Gaoligong Mountains, Yunnan Province

LIU Wan-zhao YANG Da-tong

(Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica, Kunming, Yunnan 650223)

Abstract Karyotype, C-banding and Ag-NORs of two populations of *Megophrys lateralis* from the Gaoligong Mountains in western Yunnan were examined and characterized. The results demonstrate that the karyotypes of *Megophrys lateralis* from Gongshan and Tengchong are composed of $2n=26$ ($NF=52$). Although karyotypes of the two populations resemble each other in diploid number and most chromosome shapes, the differences in both conventional and banded karyotypes are found in the following respects: ①Secondary constrictions of the samples from Gongshan on long arms of pair No. 2 adjacent to centromere, while those of karyotype of the samples from Tengchong were located on short arms of pair No. 5. ② An extra small chromosome was found in a male from Tengchong, which is possibly a B-chromosome. This chronosume was not found in the samples from Gongshan. ③Ag-NORs of the samples from Tengchong are on long arms of pair No. 2, and those of the samples front Gongshan are

on short arms of pair No. 5. ④C-banding karyotype demonstrates that the samples from Gongshan have more developed heterochromatin than those from Tengchong. No heteromorphic chromosomes were found related to sex in the two geographic populations. The cytogenetic and taxonomic implications of the findings are discussed in this paper.

Key words Anura, Pelobatidae, *Megophrys lateralis*, Karyotype, C-banding pattern, Ag-NORs

云南高黎贡山保护区两栖爬行动物区系分析*

吴介云

（云南师范大学生物系，昆明　650092）

摘　要　本文在1989年和1990年3次考察的基础上，综合前人所做工作。高黎贡山自然保护区共有两栖动物28种和亚种，分隶2目7科13属；爬行动物48种和亚种，分隶2目9科29属。在76种和亚种两栖爬行动物中，有38种为西南区成分，占50%，19种为华南区成分，占25.0%，2种为华中区成分，占2.63%，16种为华中-华南区成分，占21.05%；1种为青藏区成分，占1.32%。应划属东洋界，以西南区物种占优势，而以垂直高度100～2500m为其分布中心，由于受非地带性垂直分布的影响、在高山带已具有古北界的成分。

关键词　高黎贡山，爬行动物，区系分析

高黎贡山为我国著名的横断山系的一部分，由西藏呈北-南走向伸入云南省怒江、保山两地州，其自然保护区跨泸水、保山、腾冲三县。自然保护区在行政管理上一般以泸水部分为北段，保山、腾冲部分为南段。由于横断山在地质构造上处于南亚大陆与欧亚大陆镶嵌交接带的东翼，是我国环太平洋与西部古地中海带间的过渡地带，其地质构造复杂，新构造运动活跃。全区地势北高南低，由巍峨高耸的山脉与深宽大邃湍急的江河构成，自然条件特殊，与其他地区相比，具有物种丰富、类群较多的特点。

1989年至1990年，我们对高黎贡山自然保护区的两栖、爬行动物进行了3次考察，并在北、南段分别设点采集标本，至1991年6月为止，共获标本400余号。根据前人的资料及我们所收集的标本整理，高黎贡山保护区共有两栖动物28种和亚种，分隶2目7科13属，（其中北段分布22种和亚种，南段19种和亚种）；爬行动物48种和亚种，分隶2目9科29属，（其中北段分布27种和亚种，南段35种和亚种）。

1　区系成分

1.1　两栖动物

高黎贡山自然保护区所分布的两栖动物共28种及亚种。其中，中亚亚界青藏区1种（贡山齿突蟾），占3.6%；中印亚界西南区14种，占50%；华中区1种，占3.6%；华中-华南区8种，占28.6%；华南区4种，占14.2%。

可以看出，高黎贡山自然保护区的两栖类以西南区居多，其次是分布较广泛的华中-华南区种类。从地理区划看，除贡山齿突蟾属古北界外，其余27种均属东洋界。

---

* 本文1992年发表于《两栖爬行动物学研究》（第1、2辑）：88～95。

1.2 爬行动物

高黎贡山自然保护区所分布的爬行动物共 48 种及亚种，全部属于东洋界。其中，中印亚界西南区 24 种，占 50%；华中区 1 种，占 2.0%；华中-华南区 8 种，占 16.7%；华南区 15 种，占 31.3%。

可见，高黎贡山自然保护区爬行动物以西南区居多，占 50%，次为华南区种类，占 31.3%。从区系成分的比例看，与两栖类相比，华南区在明显增加，而西南区、华中区、华中-华南区种类的比例下降，缺少古北界种类（表 1）。

表 1　高黎贡山保护区两栖爬行动物区系成分表

地区	区系 类别	东洋界								古北界		云南特有种	
		西南区种		华中区种		华南区种		华中、华南区种		青藏区种		种数	%
		种数	%	种数	%	种数	%	种数	%				
全保护区	两栖类（28 种）	14	50	1	3.6	4	14.2	8	28.6	1	3.6	7	25
	爬行类（48 种）	24	50	1	2.0	15	31.3	8	16.7	0	0	4	8.3
北段	两栖类（22 种）	13	59	1	4.5	2	9.0	5	22.7	1	4.5	5	22.7
	爬行类（27 种）	12	44.5	1	3.7	10	37	4	14.8	0	0	2	7.4
南段	两栖类（19 种）	9	47.4	0	0	3	15.8	7	36.8	0	0	4	21.1
	爬行类（35 种）	18	51.4	1	2.9	11	31.4	5	14.3	0	0	3	8.6

注：有部分种类北、南段共同分布。

2　垂直分布及区系分析

高黎贡山保护区最低点海拔 728m，最高达 4161.6m，相对高差达 3433.6m。两栖爬行动物的分布，非地带性因素的影响十分明显，若以垂直高度划分 3 个带，在海拔 1500m 以下的低山带为亚热带景观，植被以云南松林和沟谷稀树灌草丛为主，在北段如六库周围的大练地、蛮云、上江、赖茂等地，在南段如坝弯、芒棒、敢顶等地，动物种类多呈华南区类型，如沙巴拟髭蟾、白颌大角蟾、无声囊树蛙、白唇树蜥、斑蝘蜓、大盲蛇、眼镜王蛇等。此地带华南区种类计 32 种，占 41.6%；西南区种类 28 种，占 36.4%。由海拔 1500～2500m 的中山带植被以云南松林、高山栲林、旱冬瓜林以及大面积的湿性常绿阔叶林为主。如北段的鲁掌、蔡家坝、片马、姚家坪，南段的道街、大蒿坪、界头、曲石等地，此地区华南区物种和华中-华南区物种明显减少，分别占 16.9%和 15.9%，而西南区种类明显增多，成为保护区最有代表性的一个分布带。西南区种类共计 55 种，占 72%，保护区海拔 2500～4000m 的高山带植被除温性常绿阔叶

林外，并分布有亚高山暗针叶林、箭竹林、亚高山灌丛草地、高山草甸等。此地带的高海拔地带主要分布于保护区北段，如听命湖、片马丫口、鲁荒河头山等地，这些高寒地区迄今尚未见爬行动物的分布记录，两栖类也较少分布，出现古北界种类，显示出该地区非地带性分布的特点。此外，在中山带和高山带之间有一些广布种。如泽蛙、华西蟾蜍、无指盘臭蛙、黑眉锦蛇、眼镜蛇孟加拉亚种等（表 2）。

表 2　两栖爬行动物垂直分布与区系成分关系表

区系成分 \ 垂直分布		1000～1500m		1500～2000m		2000～2500m		2500～3000m		3000～3500m		3500～4000m	
		种数	%	种数	%	种数	%	种数	%	种数	%	种数	%
华南区	两栖类	5	17.2	10.3	10.3	1	3.4						
	爬行类	13	27.1	16.7	16.7	1	2.1						
华中-华南区	两栖类	7	14.6	8.3	8.3	1	2.1						
	爬行类	5	8.3	10.4	10.4	2	4.1	1	2.1				
华中区	两栖类	1	3.4	3.4	3.4								
	爬行类			2.1	2.1	1	2.1						
西南区	两栖类	3	1.0	50	50	9	32.1	5	17.9	3	10.7		
	爬行类	14	29.2	47.9	47.9	9	18.8	4	8.3				
青藏区	两栖类							1	3.4	1	3.4	1	3.4
	爬行类												

在高黎贡山保护区的两栖爬行动物中，除贡山齿突蟾属古北界种以外，其余种类均属东洋界种，因此本地区无疑属东洋界，在东洋界中以西南区物种优势，共占总数的 50.0%，以垂直高度 1000～2500m 的中、低山地带为其分布中心，约占西南区种类的 80%。以区系和景观的垂直变化看，其成分随垂直高度而发生相应改变，华南区物种由低山-中山-高山的比例为 32：13：0，西南区的比例为 28：57：14。而在高山带已出现古北界种类，因此本地区由于非地带性分布影响，虽属东洋界，但在高山区已具有古北界的成分高黎贡山保护区两栖爬行动物分布名录见表 3。

表 3　高黎贡山保护区两栖爬行动物分布名录

目、科、种名	区系成分					垂直分布 /m	采集地	备注
	西南区	华南区	华中区	华中华南区	青藏区			
两栖纲 Amphibia								
有尾目 Caudata								
I. 蝾螈科 Salamandridae								
1. 红瘰疣螈 *Tylototriton verrucosus* Anderson	○					1000～2100	腾冲、泸水、保山	
无尾目 Anura								

目、科、种名	区系成分					垂直分布/m	采集地	备注
	西南区	华南区	华中区	华中华南区	青藏区			
II. 锄足蟾科 Pelobatidae								
2. 白颌大角蟾 *Megophrys lateralis* (Anderson)		○				1000～2000	腾冲、泸水、保山	
3. 小角蟾 *M. minor stejneger*				○		1400～2000	泸水、原碧江	
4. 贡山齿突蟾 *Scutiger gongshanensis* Yang et Su	○					2500～4000	泸水、原碧江	云南特有种
5. 疣刺齿蟾 *Oreolalax rugosus* (Liu)	○					2000～3500	泸水、原碧江	
6. 沙巴拟髭蟾 *Leptobrachium chapaensis*		○				1000～1500	泸水、腾冲	云南特有种
7. 掌突蟾 *Leptolalax pelodytoides* (Boulenger)			○			1000～1500	泸水	
III. 蟾蜍科 Buionidae								
8. 华西蟾蜍 *Bufo andrewsi* Schmdt	○					800～3500	腾冲、泸水、原碧江	
9. 缅甸蟾蜍 *B. burmanus* Andetson	○					1400～2000	泸水	云南特有种
10. 黑眶蟾蜍 *B. melanostictus* Schneider			○			450～2000	腾冲、保山、泸水、原碧江	
11. 隆枕蟾蜍 *B. cyphosus* Ye	○					800～1545	泸水	
IV. 雨蛙科 Hylidae								
12. 华西雨蛙贡山亚种 *Hyla annectans gongshanensis* Li et Yang	○					1500～3000	保山、泸水、原碧江	云南特有种
13. 华西雨蛙指名亚种 *H. annectans annectans* (Jerdon)	○					1000～2200	腾冲、泸水	
V. 蛙科 Ranidae								
14. 无指盘臭蛙 *Rana grahami* Boulenger	○					1500～3000	保山、腾冲、泸水、原碧江	
15. 昭觉林蛙 *R. chaochiaensis* Lin.	○					2000～3500	腾冲、泸水	
16. 缅北棘蛙 *R. arnoldi* Dubois	○					1500～2500	泸水、原碧江	
17. 泽蛙 *R. limnocharis* Boie				○		450～1500	腾冲、保山、泸水	
18. 虎纹蛙 *R. tigrina rugulosa* Wiegmann				○		500～1000	腾冲、泸水	
19. 双团棘胸蛙 *R. phrynoides* Boulenger	○					1500～2000	腾冲、泸水	
20. 云南臭蛙 *R. andersonii* Boulenger				○		750～2000	腾冲	

目、科、种名	区系成分					垂直分布/m	采集地	备注
	西南区	华南区	华中区	华中华南区	青藏区			
21. 滇蛙 *R. pleuraden*	○					1500～2000	腾冲、泸水、保山	
22. 绿点湍蛙 *Amolops viridimaculatus* Jiang	○					1500～2000	腾冲、保山、泸水	云南特有种
VI. 树蛙科 Rhacophoridae								
23. 贡山树蛙 *Rhacophorus gongshanensis* Yang et Su	○					1400～2000	腾冲、保山	云南特有种
24. 斑腿泛树蛙 *R. leucomystax* (Gravenhorst)				○		1400～1800	腾冲、原碧江	
25. 无声囊泛树蛙 *P. mutus* (Smith)	○					500～2000	腾冲、泸水、原碧江	云南特有种
26. 红蹼树蛙 *Rhacophorus rhodopus* liu et Hu	○					800～2060	腾冲	
VII 姬蛙科 Microhylidae								云南特有种
27. 小弧斑姬蛙 *Microhyla heymonsi vogt*				○		450～1050	腾冲	
28. 饰纹姬蛙 *M. ornate* (Dumeril et Bibron)				○		800～1400	腾冲	
爬行纲 Reptilia								
一、龟鳖目 Testudinata								云南特有种
I. 龟科 Emydidae								
1. 乌龟 *Chinemys reevesii*				○		800	泸水(?)	
二、有鳞目 Squamata								
II. 鼠蜥科 Agamidae							保山、泸水、原碧江	云南特有种
2. 棕背树蜥 *Calates emma* Gray		○				450～1800	腾冲、泸水、原碧江	
3. 蚌西树蜥 *C. kakhienensis* (Aanderson)	○					1200～1800	腾冲	
4. 白唇树蜥 *C. mystaceus* Dumeril et Bibron		○				500～1000	腾冲、保山、泸水	云南特有种
5. 丽纹龙蜥 *Japalura splendida* Barbour et Dunn			○			1500～3000	腾冲、泸水、原碧江	
6. 裸耳龙蜥 *J. dymondi* (Boulenger)	○					1800	泸水	
7. 云南龙蜥 *J. yunnanensis* Anderson	○					1400～2620	腾冲、泸水	
8. 昆明龙蜥 *J. varcoae* (Boulenger)	○					1630	腾冲、泸水	
III. 壁虎科 Gekkonidae								

续表

目、科、种名	区系成分					垂直分布/m	采集地	备注
	西南区	华南区	华中区	华中华南区	青藏区			
9. 云南半叶指虎龙陵亚种 *Hemiphyllodactylus yunnanensis longlingensis* Zhou et Liu	○					1300～1350	腾冲	
10. 半叶指虎指名亚种 *H. yunnanensis yunnanensis*	○					1540	腾冲	
11. 原尾蜥虎 *Hemidactylus bowringii* (Gray)		○				500～1450	腾冲、保山、泸水、原碧江	
IV. 石龙子科 Scincidae								
12. 股鳞蝘蜓 *Bygasoma boulengeri* (Van Denburgh)		○		○		1000～2000	腾冲	
13. 蝘蜓 *B. indicum* (Gray)						500～1500	腾冲、泸水、原碧江	
14. 斑蝘蜓 *B. maculatum* (Blyth)		○				450～1300	腾冲	
V. 蛇蜥科 Anguidae								
15. 细蛇蜥 *Ophisaurus gracilis* (Gray)	○					1300～1800	腾冲	云南特有种
盲蛇科 Typhlopidae								
16. 大盲蛇 *Typhlops diardi* Schlegel			○			500～1500	泸水	云南特有种
VI. 游蛇科 Colubridae								
17. 棱鳞横纹钝头蛇 *Pareas macularius* Theobale		○				500～1600	泸水	
18. 喜山钝头蛇 *P. monticola* (Cantor)	○					1500～2000	泸水	
19. 白链蛇 *Dinodon septentrionalis* (Guenther)	○					1500～2000	泸水	云南特有种
20. 紫灰锦蛇指名亚种 *Elaphe porphyracea porphyracea* (Cantor)			○			1500～2500	腾冲、泸水、原碧江	
21. 王锦蛇指名亚种 *E. carinata carinata* (Guenther)				○		1800～2000	腾冲	
22. 三索锦蛇 *E. radiata* (Schlegel)		○				600～1560	腾冲、保山	
23. 黑眉锦蛇 *E. taeniura* (Cope)				○		1300～3000	腾冲、原碧江	
24. 滇西蛇 *Artetium yunnanensis* Anderson	○					900～1600	腾冲	云南特有种
25. 双全白环蛇 *Lycodon fasciatus* Anderson	○					1610	腾冲	
26. 腹斑游蛇 *Amphiesma modesta* Guenther		○				1100～2100	腾冲	

目、科、种名	区系成分					垂直分布/m	采集地	备注
	西南区	华南区	华中区	华中华南区	青藏区			
27. 八线游蛇 *A. octolineata* (Boulenger)	○					1350～1800	腾冲	
28. 颈斑蛇 *Plagio npholis blakcwayi* Roulonger	○					1300～1700	腾冲	云南特有种
29. 繁花林蛇 *Boiga multomaculata* (Roie)				○		600～1620	原碧江	
30. 紫沙蛇 *Psammodynastes pulverulentus* (Boie)				○		800～1620	腾冲	
31. 颈槽游蛇 *Natrix muchalis* (Boulenger)	○					1500～2500	腾中、原碧江	
32. 红脖游蛇大陆亚种 *N. stolata helleri* (Schmidi)		○				500～1900	腾冲、泸水	
33. 方花小头蛇 *Oligodon bellus* (Stanley)	○					1500～1900	泸水、原碧江	
34. 斜鳞蛇中华亚种 *Pseudoxenodon macrops sinensis* Boulenger	○					1050～3150	腾冲、保山、泸水、原碧江	
35. 斜鳞蛇指名亚种 *P. macrops macrops* (Blyth)	○					1300～1560	腾冲	
36. 灰鼠蛇 *Ptyas korros* (Schlogel)		○				500～1500	腾冲、泸水	
37. 滑鼠蛇 *P. mucosus* (Linnaeus)				○		900	腾冲	
38. 黑颌剑蛇 *Sibynophis collaris* (Gray)	○					1040～2100	腾冲、泸水	
39. 黑线乌梢蛇 *Zaocys nigromarginatus* (Blyth)	○					1500～2000	原碧江	
40. 尖尾两头蛇 *Calamaria pavimentata* Dumeril et Bibron		○				500～1500	原碧江	
41. 绿瘦蛇 *Ahaetulla prasina* (Boie)		○				500～1620	腾冲、泸水、原碧江	
42. 翠青蛇 *Entechinus major* (Guenther)				○		1500～2500	泸水	
VII. 眼镜蛇科 Elapidae								
43. 眼镜王蛇 *Ophiophagus hannah* (Cantor)		○				500～1800	原碧江	

续表

目、科、种名	区系成分					垂直分布/m	采集地	备注
	西南区	华南区	华中区	华中华南区	青藏区			
44. 眼镜蛇孟加拉亚种 *Naja n. kaouthia* Lesson	○					500～2000	腾冲、原碧江	
VIII. 蝰科 Viperidae								
45. 菜花烙铁头 *Trimeresurus jerdanii* Guenther	○					1500～2800	泸水、原碧江	
46. 山烙铁头 *T. monticola monticola* Guenther	○					1000～2600	腾冲、泸水、原碧江	
47. 竹叶青云南亚种 *T. stejnegeri yunnanensis* Schmidt	○					1400～2100	腾冲	
48. 白唇竹叶青 *T. albolabris* Gray		○				400～1350	腾冲	

以两栖爬行动物在保护区北、南段的分布情况看，由于动物分布的特点，当然不能在南、北段之间划一条人为的分界线，但由于高黎贡山地势复杂，并由北向南逐渐降低，受其垂直分布的影响，南、北段之间动物区系分布仍有一定差异。两栖动物在保护区北段计 22 种，其中西南区种类占 59%，华南区种类占 9.0%；在保护区南段计 19 种，其中西南区种类占 47.7%，华南区种类占 15.8%。北段西南区比例大于南段，华南区比例小于南段。爬行动物在保护区北段计 27 种，其中西南区种类占 44.5%，华南区种类占 37%；在保护区南段计 35 种，其中西南区种类占 51.4%，华南区种类占 31.4%。北段华南区比例大于南段，而西南区比例则小于南段。

需要指出的是，尽管多年以来，国内外学者已对高黎贡山做了大量工作，积累了较丰富的资料。但对高黎贡山两栖爬行动物资源及分布的调查，仍值得深入进行和探讨。特别是南段的东坡部分，资料较少，今后应加强该地区调查。

主要参考文献

中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 1979. 中国自然地理——动物地理. 北京：科学出版社. 25～27

田婉淑，江耀明. 1986. 中国两栖爬行动物鉴定手册. 北京：科学出版社. 1～153

江耀明. 1983. 蛙科湍蛙属一新种——绿点湍蛙. 两栖爬行动物学报，2(3)：71

刘承钊，胡淑琴. 1961. 中国无尾两栖类. 北京：科学出版社. 1～364

杨大同，苏承业，利思敏. 1978. 高黎贡山两栖类爬行类. 见：昆明动物研究所编. 科研工作汇编. 1～100

杨大同，苏承业，利思敏. 1983. 云南横断山两栖爬行动物研究. 两栖爬行动物学报，2(3)：37～49

杨大同，苏承业. 1984. 横断山树蛙-新种-贡山树蛙. 两栖爬行动物学报，3(3)：51～54

胡其雄，江耀明，赵尔宓. 1985. 横断山脉与两栖类进化的关系. 两栖爬行动物学报，4(3)：225～233

苏承业，杨大同，利思敏. 1986. 横断山中段两栖类垂直分布的研究. 两栖动物学报，5(2)：134～144

赵尔宓，江耀明，李胜全. 1986. 西藏爬行动物区系分析及地理区划. 两栖爬行动物学报，5(3)：199～203

The Analysis of Amphibious Reptile Fauna in Gaoligong Mountains Reserve of Yunnan

WU Jie-yun

(Department of Biology, Yunnan Normal University, Kunming 650092)

Abstract 29 species and subspecies of amphibian which belong to 2 orders, 7 families and 13 genera and 48 species and subspecies of reptilian which belong to 2 orders, 9 families and 29 genera in Gaoligong Mountains reserve of Yunnan have been proposed by my two investigations in 1989 and 1990 and combining the previous work by other investigations. And 50.6% of which (39 species) are Southwest China Region, 24.7% of which (19 species) are South China Region, 2.6% of which (2 species) are central China Region, 20.8% of which (16 species) are central-south China Region and only 1.3% of which (1 species) are Qing Zang Region. According to this above, It would suggest that the Gaoligong Mountains fauna should be delimited to oriental region. It posses the species of the southwest China Region dominately and its vertical distribution center locates in 1000～2500m. And it could also include some Palaearctic region elements due to the impact of non-vertical zonal distribution.

Key words Ggoligong Mountains, Reptile fauna, Analysis

高黎贡山自然保护区北段两栖爬行动物区系分析 *

吴 介 云

（云南师范大学生物系）

摘　要　本文在 1989 年和 1990 年 3 次考察基础上，并综合前人所做的工作，对高黎贡山国家自然保护区北段的两栖爬行动物进行区系分析，认为该地区中山带以下属于东洋界，在高山带还具有古北界的成分。

关键词　考察，高黎贡山，区系

云南师大生物系 85 级学生李如柏、杨志明、暴雪明、张颖滔，高黎贡山泸水自然保护所邬志雄同志参加了部分野外工作。

高黎贡山国家级自然保护区位于云南西部边疆，东西宽约 9km，南北长约 135km，总面积 123 900hm^2，在行政上隶属于怒江州的泸水县及保山地区的腾冲县、保山市，西面与缅甸接壤。

高黎贡山自然保护区属横断山系的组成部分，东临怒江、西临龙江和龙川江，形成南北走向的高山大川，气势雄伟，相对高差达 2826.7m，切割剧烈，是有名的横断山峡谷区。保护区内地势险峻、地形复杂、群峰林立，形成明显的立体气候垂直带。在这复杂的气候，地形作用下，蕴藏着丰富的动植物种群。1989 年，云南省十余个科研和大专院校等单位在高黎贡山自然保护所的同志配合下，组成综合考察团，对保护区进行较全面的综合考察。两栖爬行动物组于 1989 年 3 月、5 至 6 月和 1990 年 5 月对高黎贡山自然保护区北段（泸水部分）进行了 3 次调查，并在泸水的上江、六库、鲁掌、姚家坪等处设点采集标本。至 1990 年 5 月止，共获标本 300 余号。根据前人的资料及我们所收集的标本整理，高黎贡山北段（泸水部分）共捕两栖动物 22 种及亚种，隶属 11 属、6 科、2 目；爬行动物 27 种及亚种、隶属 21 属、8 科、2 目。

1　区系成分

1.1　两栖动物

高黎贡山自然保护区（北段）所分布两栖动物共 22 种及亚种，其中，中亚亚界青藏区 1 种（即贡山齿突蟾），占 4.5%；中印亚界西南区 13 种占 59%，即①红瘰疣螈，②疣刺齿蟾，③华西蟾蜍，④缅甸蟾蜍，⑤华西雨蛙贡山亚种，⑥华西雨蛙指名亚种，⑦无指盘臭蛙，⑧日本林蛙昭觉亚种，⑨花棘蛙察隅亚种，⑩滇蛙，⑪双团棘胸蛙，⑫绿点湍蛙，⑬缅北棘蛙；华中区 1 种，占 4.5%，即小角蟾；华中-华南区 5 种，占

* 本文 1992 年发表于《云南师范大学学报》，12(1)：62～68。

22.7%，即①敬虫掌突蟾，②黑眶蟾蜍，③泽蛙，④虎纹蛙，⑤斑腿树蛙；华南区 2 种，占 4.5%，即①白颌大角蟾，②沙巴拟髭蟾。

可以看出，高黎贡山保护区（北段）的两栖类以西南区居多，其次是分布较广泛的华中-华南区种类。以所属区划分，除贡山齿突蟾属古北界外，其余 21 种均属东洋界。

1.2 爬行动物

高黎贡山保护区（北段）所分布的爬行动物共 27 种及亚种，全部属于东洋界，其中，中印亚界西南区 12 种，占 44.5%。即①云南龙蜥，②喜山钝头蛇，③白链蛇，④紫灰锦蛇指名亚种，⑤颈槽游蛇，⑥方花小头蛇，⑦斜鳞蛇中华亚种，⑧黑颌剑蛇，⑨黑线乌梢蛇，⑩眼镜蛇孟加拉亚种，⑪菜花烙铁头，⑫山烙铁头；属于华中区 1 种，占 3.7%，即丽纹龙蜥；属华中-华南广布种类 4 种，占 14.3%，即①乌龟，②蝘蜓，③黑眉锦蛇，④翠青蛇；属于华南区的 10 种，占 37%，即①棕背树蜥，②白唇树蜥，③纵斑蜥虎，④大盲蛇，⑤梭鳞横纹钝头蛇，⑥尖尾两头蛇，⑦绿瘦蛇，⑧灰鼠蛇，⑨红脖游蛇大陆亚种，⑩眼镜王蛇。

可见，高黎贡山保护区（北段）爬行动物以西南最多，占 44.55%，次为华南区种，占 37%，从区系分布的比例来看，与两栖类相比，华南区种类显著增加，而西南区、华中区、华中-华南区种类的比例下降，缺少古北界种类，见表 1 和表 2。

表 1　高黎贡山保护区（北段）两栖爬行动物区系成分表

区系＼类别	东洋界								古北界		国内分布目前仅限			
	西南区种		华中区种		华中、华南区种		华南区种		青藏区种		云南		怒江	
	种数	%	种数	%	种数	%	种数	%	种数	%	种数	%	种数	%
两栖动物(22 种)	13	59	1	4.s	5	22.7	2	9	1	4.5	5	22.7	1	4.5
爬行动物(27 种)	12	44.5	1	3.7	4	14.8	10	37			2	7.4		

表 2　高黎贡山自然保护区北段与几个保护区和地区两栖爬行动物区系比较

地区	两栖动物							爬行动物						
		东洋界				古北界	其中地区特有种		东洋界				古北界	其中地区特有种
		西南区	华南区	华中区	华中-华南区	青藏区			西南区	华南区	华中区	华中-华南区	青藏区	
哀牢山保护区	种数(26)	19	2	2	3		4	种数(39)	20	16		2	1	1
	%	73.1	7.69	7.69	11.54			%	51.28	41.02		5.13		
西双版纳保护区	种数(38)	2	17		6		6	种数(60)	9	35	1	5	2	3
	%	5.3	44.7		15.8		15.8	%	15.0	58.3	1.7	3.5	3.3	5.0

续表

地区	两栖动物							爬行动物						
		东洋界				古北界	其中地区特有种		东洋界				古北界	其中地区特有种
		西南区	华南区	华中区	华中-华南区	青藏区			西南区	华南区	华中区	华中-华南区	青藏区	
滇南红河州	种数（56）	8	13	3	14		2	种数（71）	14	38		15		广布种 4
	%	14.3	23.2	5.4	25			%	19.7	53.5		21.1		
高黎贡山保护区（北段）	种数（22）	13	2	1	5	1	1	种数（27）	12	10	1	4		
	%	59	9	4.5	22.7	4.5	4.5	%	44.5	37	3.7	14.8		
西藏自治区	种数（44）	46				11	9	种数（54）	45	9				
	%						20.45	%	83.3	16.67				

注：其中有的种类呈过渡带分布，统计时两区均有。

2 垂直分布及区系分析

高黎贡山保护区（北段）的垂直高度由 728m 上升到泸水北部的丫扁山 4161.6m，两栖爬行类的垂直分布情况，非地带性因素的影响是十分明显的，若以垂直高度划分 3 个带，在海拔 1500m 以下的低山为亚热带景观，植被以云南松林和沟谷稀树灌草丛为主，如六库周围的大练地、蛮云、上江、赖茂等地。动物种类亦多华南区类型，如沙巴拟髭蟾、白领大角蟾、白唇树蜥、大盲蛇、眼镜王蛇等。此地带华南区种类 12 种，占全部种类的 24.5%；华中-华南区种类 8 种，占 16.3%；西南区种类 5 种，占 10.2%。由海拔 1500～2500m 的中山植被以云南松林、高山栲林、旱冬瓜林以及大面积的温性常绿阔叶林为主，如鲁掌、蔡家坝、片马、姚家坪等地，此地区华南区物种和华中-华南区物种明显减少，分别为 1 种占 2%；华中区 2 种，占 4.1%；而西南区的物种明显增多，有 22 种之多，占 44. 9%。海拔 2500～4000m 的高山植被除湿性常绿阔叶林外，并分布有亚高山暗针叶林、箭竹林、亚高山灌丛草地、高山草甸等，如听命湖、片马丫口、鲁荒河头等地。该地带迄今尚未见爬行动物的采集记录和资料，两栖类也仅余西南区 5 种，占 10.2%；古北界青藏区 1 种，占 2 %。其中，有的种类分布范围较宽，跨越两个地带，如泽蛙、华西蟾蜍、无指盘臭蛙、黑眉锦蛇、眼镜蛇孟加拉亚种等；有的种类则分布于两个地带之间，如红瘰疣螈、疣刺齿蟾、日本林蛙昭觉亚种、山洛铁头等，见表 3 和表 4。

表 3 高黎贡山北段两栖爬行动物垂直分布与区系成分关系表

区系成分 \ 垂直分布			500～1000m		1000～1500m		1500～2000m		2000～2500m		2500～3000m		3000～3500m		3500～4000m	
			种数	%	种数	%	种数	%	种数	%	种数	%	种数	%	种数	%
东洋界	华南区	两栖类	10	37	2	9.1	1	4.5								
		爬行类			7	25.9										
	华中-华南区	两栖类	4	18.2	4	18.2										
		爬行类	3	11.1	2	7.4	1	3.7								
	华中区	两栖类					1	4.5								
		爬行类					1	3.7								
	西南区	两栖类			2	9.1	11	50	6	27.3	5	22.7	3	13.6		
		爬行类	1	3.7	3	11.1	8	29.6	5	18.5						
古北界	青藏区	两栖类									1	4.5	1	4.5	1	4.5
		爬行类														

表 4 两栖爬行动物垂直分布表

<table>
<tr><td>河谷稀树灌草丛</td><td>云南松林</td><td>云南松林高山栲林冬瓜林</td><td>湿性常阔叶林</td><td>湿性常绿阔叶林云南铁杉林</td><td colspan="2">冷杉林，箭竹林，亚高山灌丛，草地、高山草甸</td></tr>
<tr><td>500～1000m</td><td>1000～1500m</td><td>1500～2000m</td><td>2000～2500m</td><td>2500～3000m</td><td>3000～3500m</td><td>3500～4000m</td></tr>
<tr><td rowspan="2">虎纹蛙、白唇树蜥、眼镜王蛇、乌龟、棱磷横纹钝头蛇</td><td rowspan="2">沙巴拟髭蟾、蹼掌突蟾</td><td rowspan="2">小角蟾、双团棘胸蛙、花棘蛙察隅亚种、滇蛙</td><td>龙刺齿蟾、日本林蛙昭觉亚种</td><td></td><td></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td>贡山齿突蟾</td></tr>
<tr><td rowspan="2">泽蛙、大盲蛇、纵纹蜥虎、蝘蜓、棕背树蜥、尖尾两头蛇、绿瘦蛇、灰鼠蛇、红脖游蛇大陆亚种</td><td rowspan="2"></td><td>绿点湍蛙、缅甸蟾蜍、云南龙蜥、丽纹龙蜥、喜山钝头蛇、白链蛇、斜磷蛇中华亚种、黑线乌梢蛇</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>华西蟾蜍</td></tr>
<tr><td>黑框蟾蜍、斑腿树蛙、黑眉锦蛇、眼镜蛇孟加拉亚种</td><td></td><td>紫灰锦蛇指名亚种、颈槽游蛇、方花小头蛇、菜花烙铁头、翠青蛇</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3"></td><td>红瘰疣螈、白颔大角蟾、华西雨蛙指名亚种、黑颌剑蛇、山烙铁头</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="3">华西雨蛙贡山亚种、无指盘臭蛙</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>缅北棘蛙</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

在高黎贡山保护区（北段）的两栖爬行动物中，除贡山齿突蟾属古北界外，其余种类均属东洋界，因此本地区无疑属东洋界，在东洋界中又以西南区物种占优势，共占总数的65.3%，以垂直高度1000～2500m的中、低山地带为其分布中心，约占西南区种类的72%。以区系和景观的垂直变化看，其成分随垂直高度而发生相应改变，华南区物种由低山-中山-高山的比例为16.3∶3∶2∶0。西南区的比例为10.2∶44.9∶10.2。在高山出现了古北界种类，因此本地区中山带以下属东洋界，而在高山带已具有古北界的成分。

高黎贡山保护区北段两栖爬行动物名录见表5。

表5　高黎贡山保护区北段两栖爬行动物名录

目、科、名	区系从属					垂直分布/m	注
	西南区	华南区	华中区	华中-华南区	青藏区		
两栖纲							
一、有尾目 Caudata							
I. 蝾螈科 Salamandridae						1000～2000	特有种
1. 红瘰疣螈 *Tylototriton verrucosus* Anderson	○						
二、无尾目 Anura							
II. 锄足蟾科 Pelobatidae							
2. 白颌大角蟾 *Megophrys lateralis*（Anderson）		○				1000～2000	
3. 小角蟾 *M. minor stejenger*			○			1500～2000	
4. 贡山齿突蟾 *Scutiger gongshanensis* Yang et Su					○	2500～4000	特有种
5. 疣刺齿蟾 *Oreolalax rugosus*（Liu）	○					2000～3500	
6. 沙巴拟髭蟾 *Leptobrachium chapaensis*（Bourret）		○				1000～1500	特有种
7. 敬虫掌突蟾 *Carpophrys pelodytoides*（Boulenger）				○		1000～1500	
III. 蟾蜍科 Buionidae							
8. 华西蟾蜍 *Bufo andrewsi* Schmdt	○					1500～3500	
9. 缅甸蟾蜍 *B. burmanus* An detson	○					1500～2000	
10. 黑眶蟾蜍 *B. melanostictus* Schneider				○		500～2000	
IV. 雨蛙科 Hylidae							
11. 华西雨蛙贡山亚种 *Hyla annectans gongshanensis*	○					1500～3000	特有种
12. 华西雨蛙指名亚种 *H. annectans annectans*	○					2000～3500	
V. 蛙科 Ranidae							
13. 无指盘臭蛙 *Rana grahami* Boulenger	○					1500～3000	
14. 日本林蛙昭觉亚种 *B. japonice chaochiaensis* Lin.	○					2000～3500	
15. 花蛙察隅亚种 *R. maculosa chayuensis* Ye	○					1500～2000	
16. 泽蛙 *R. limnocharis* Boie				○		500～1500	
17. 虎纹蛙 *R. tigrina rugulosa* Wiegmann				○		500～1000	

续表

目、科、名	区系从属					垂直分布/m	注
	西南区	华南区	华中区	华中-华南区	青藏区		
18. 双团棘胸蛙 *R. phrynoides* Boulenger	○					1500～2000	
19. 滇蛙 *R. pleuradenn*	○					1500～2000	
20. 绿点湍蛙 *A. viridimaculatus* Jiang	○					1500～2000	
21. 缅北棘蛙 *R. arnoldi* Dubois	○					1500～2500	
树蛙科 Rhacophoridae							
22. 斑腿泛树蛙 *Rhacophorus leucomystax* （Gravenhorst）				○		500～2000	
爬行纲							
一、龟鳖目 Testudinata							
I. 龟科 Emydidae							
1. 乌龟 *Chinemys reevesii*				○		800	
二、有鳞目 Squamata							
II. 鼠蜥科 Agamidae							
2. 棕背树蜥 *Calotes emna* Gray		○				500～1500	
3. 白唇树蜥 *C. mystaceus*		○				500～1000	
4. 丽纹龙蜥 *Japalura splendida* Barbour et Dunn			○			1500～2000	
5. 云南龙蜥 *J. yunnancnsis* Anderson	○					1500～2000	特有种
III. 壁虎科 Gekkonidae							
6. 纵纹蜥虎 *Hemidactyluy bowringii*		○				500～1500	
IV. 石龙子科 Scincidae							
7. 蝘蜓 *Lygosoma indicum*				○		500～1500	
V. 盲蛇科 Typhlopidae							
8. 大盲蛇 *Typhlops diardi*		○				500～1500	特有种
VI. 游蛇科 Colubridae							
9. 棱鳞横纹钝头蛇 *Pareas macularius* Theobale		○				500～1000	
10. 喜山钝头蛇 *P. monticola* （Cantor）	○					1500～2000	
11. 白链蛇 *Dinodon septentrionalis* （Guenther）	○					1500～2000	特有种
12. 紫灰锦蛇指名亚种 *Elaphe porphyracea porphyracea* （Cantor）	○					1500～2000	
13. 黑眉锦蛇 *E. taeniura* Cope				○		500～2000	
14. 颈槽游蛇 *Natrix nuchalis* （Boulenger）	○					1500～2500	
15. 方花小头蛇 *Oligodon bellus* （Stanley）	○					1500～2500	
16. 斜鳞蛇中华亚种 *Pseudoxenodon macrops sinensis* Boulenger	○					1500～2000	
17. 灰鼠蛇 *Ptyas korros* （Schlegel）		○				500～1500	

续表

目、科、名	区系从属					垂直分布/m	注
	西南区	华南区	华中区	华中-华南区	青藏区		
18. 黑领剑蛇 *Sibynophis collaris* (Gray)	○					1000～2000	
19. 黑线乌梢蛇 *Zaocys nigromarginatus* (Blyth)	○					1500～2000	
20. 尖尾两头蛇 *Calamaria pavimentata* Dumeril et Bibron		○				500～1500	特有种
21. 绿瘦蛇 *Ahaetulla prasina* (Boie)		○				500～1500	
22. 红脖游蛇大陆亚种 *Natrix stolata helleri* (Schmidt)		○				500～1500	
23. 翠青蛇 *Entechinus major* (Guenther)				○		1500～2500	
VII. 眼镜蛇科 Elapidae							
24. 眼镜王蛇 *Ophiophagus hannah* (Cantor)		○				500～1000	
25. 眼镜蛇孟加拉亚种 *Naja n. kaouthia* Lesson	○					1500～2500	
VIII. 蝰科 Viperidae							
26. 菜花烙铁头 *Trimeresurus jerdanii* Guenther	○					1500～2500	
27. 山烙铁头 *T. monticola monticola* Guenther	○					1000～2000	

主要参考文献

陈鹏. 1987. 动物地理学. 北京：高等教育出版社. 110～119，166～179

红河哈尼族自治州城乡建设环境保护局. 1987. 云南南部红河地区生物资料科学考察报告——陆栖脊椎动物. 昆明：云南民族出版社. 172～201

胡其雄等. 1985. 横断山脉与两栖类进化的关系. 两栖爬行动物学报，4(3)：225～234

江耀明. 1983. 蛙科湍蛙属一新种——绿点湍蛙. 两栖爬行动物学报，2(3)：11

刘承钊，胡淑琴. 1961. 中国无尾两栖类. 北京：科学出版社. 1～364

苏承业. 1986. 横断山中段两栖类垂直分布的研究. 两栖动物学报，5(2)：134～144

田婉淑. 江耀明. 1986. 中国两栖爬行动物鉴定手册. 北京：科学出版社. 1～154

西双版纳自然保护区综合考察团. 1987. 西双版纳自然保护区综合考察报告集. 昆明：云南科学技术出版社. 350～368

杨大同. 1983. 云南横断山两栖爬行动物研究. 两栖爬行动物学报，2(3)：37

赵尔密. 1986. 西藏爬行动物区系分析及地理区划. 两栖爬行动物学报，5(3)：199～203

中国科学院《中国自然地理》编辑委员会. 1979. 中国自然地理——动物地理. 北京：科学出版社. 25～37

中国科学院青藏高原综合科学考察队. 1987. 西藏两栖爬行动物. 北京：科学出版社. 8～19

A Analysis about the Fauna of the Amphilian and Reptile on the North Section of the Gaoligong Mountains Nature Sanctuary

WU Jie-yun

(Yunnan Normal University, Biology Department)

Abstract This paper is on the foundations of three investigations that we made

during 1989～1990 and of the work that the predecessors had made. We analysed the fauna of the amphibian and retile on the north section of the Gaoligong Mountains National Nature Sanctuary. We think that the middle mountain zone belongs to the Oriental realm and the high mountain zone has some characteristics of the Palearctic realm.

Key words Investigation, Gaoligong Mountains, Fauna

高黎贡山鞘翅目步甲科盗甲属三新种 *

David H. KAVANAUGH[1]　龙春林[2]

（1 美国加利福尼亚科学院，加州旧金山　94118）

（2 中国科学院昆明植物研究所，昆明　650204）

摘　要　描述了产于中国云南高黎贡山南段步甲科盗甲属（*Leistus*）的 3 个新种：长颚盗甲（*Leistus tanaognathus*）、高黎贡山盗甲（*Leistus gaoligongensis*）和李氏盗甲（*Leistus lihengae*），前两种的模式标本均采自保山市赧亢垭口（海拔 2130m，位于北纬 24°49.9′、东经 98°46.0′），李氏盗甲的模式标本采自高黎贡山大蒿坪垭口东坡保山市境内的落水洞（位于赧亢垭口东北部，海拔 2300m，北纬24°56.9′、东经 98°45.4′）。此外，作者还编制了云南盗甲属分种检索表。

关键词　高黎贡山，步甲科，新种，长颚盗甲，高黎贡山盗甲，李氏盗甲

分类号　Q949

The first Sino-American expedition to the Gaoligong Mountains of Yunnan Province, China involved systematists from the Kunming Institutes of Botany (KIB) and Zoology (KIZ) and the California Academy of Sciences (CaAS) and was conducted in October and November of 1998. Fieldwork was designed to include a general reconnaissance of southern portions of the Gaoligong Mountains and initial efforts toward an inventory of the plants and animals of the mountain range, especially the biota endemic to the native mixed hardwood/conifer forests.

The Gaoligong Mountains of extreme western Yunnan extend north-south for more than 300 kilometers, with their crest, in the central part of the range, forming the border between China and Myanmar. They also separate and form parts of the watersheds of two of southeast Asia's major rivers, the Irrawaddy (Dulongjiang) and Salween (Nujiang) rivers. Due to their geographic isolation and rugged topogr aphy, upper reaches of the range are less disturbed than most other areas in Yunnan; and two reserves, the Nujiang and Gaoligong Mountains Nature Reserves, have been established to protect remaining tracts of old growth forest.

Areas of primary forest were sampled at several points along the axis of the range, on both eastern and western slopes; and a total of about 8000 terrestrial invertebrates were collected by team members. Among these were representatives of three species of the carabid beetle genus *Leistus Frölich* (1799). Ten *Leistus* species are previously

* 本文 1999 年发表于云南植物研究，(增刊 VI):99～120。

known to occur in Yunnan Province (Farkac 1995), and one these, Leistus brancuccii Farkac, has been recorded from the Gaoligong Mountains. Nonetheless, all three species sampled during the expedition appear to be new species. In this report, we present diagnoses and descriptions of these new species, with illustrations of important features of external and genitalic structure. We also provide a preliminary key for identification of adults of *Leistus* species known or suspected to occur in Yunnan Province and briefly discuss the status of the taxonomy of genus *Leistus* in China.

This is Scientific Contribution #4 from the Center for Biodiversity Research and Information (CBRI) at the California Academy of Sciences.

1 Materials and Methods

This study is based on examination of 154 specimens representing the species described herein and several hundred additional specimens representing other *Leistus* species. Most of the species previously described from China, including those recorded from Yunnan, are known from very few specimens, most of which (including holotypes) are deposited in private collections (e. g. Farkac 1995). We therefore relied on original and subsequent published descriptions, rather than on specimens, for many critical comparisons and for developing the key to the known species of Yunnan. This is unfortunate, but it was necessary in order to complete this report at this time. We are confident that, if descriptions and accompanying illustrations for the species previously known from Yunnan are accurate, the species described herein indeed represent new taxa. Descriptions used for comparative purposes are those of Andrewes (1929), Bänninger (1925), Dvorák (1994), Farkac (1993, 1995), and Perrault (1980, 1985a, 1985b, 1991).

Although the descriptions of most *Leistus* species previously recorded from Yunnan include measures of body length, what these values actually represent is unclear. We include two measures of body length (in millimeters) in the description of each species to facilitate future comparisons. Standardized body length (SBL) equals the sum of three measurements: head length, measured along the midline from the apical margin of the clypeus to a point opposite the posterior margin of the eye; pronotal length, measured along the midline from the apical to basal margin; and elytral length, measured along the midline from the apex of the scutellum to a point opposite the apex of the longer elytron. Apparent body length (ABL) equals the distance measured along the midline from the apex of the labrum to a point opposite the apex of the longer elytron. SBL is preferred over ABL because it measures only fixed lengths and is not subject to variation in the alignment or retraction or extension of body parts.

We also include for each new species values for several indices, most of them used by Farkac (1995). These include: antennal index (IA) (equals length of antennomere 5/ length of antennomere 3); labial palpus index (ILP) (equals length of palpomere 3/

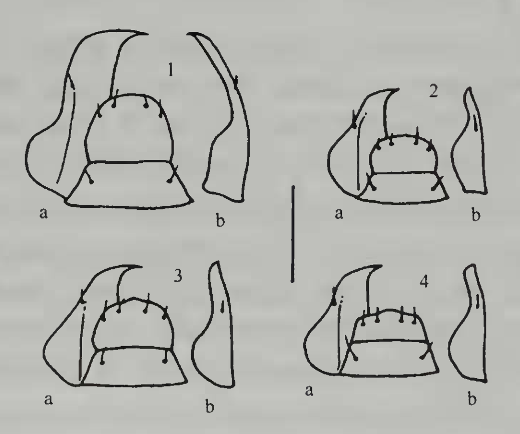
length of palpomere 2); pronotal index 1 (IPw/l) (equals width / length of pronotum); pronotal index 2 (IPm/b) (equals maximum width of pronotum / basal width of pronotum); elytral-pronotal index (IE/P) (equals greatest width across combined elytra / maximum width of pronotum); and elytral index (IEl/w) (equals length / width of combined elytra). Farkac (1995) did not specify how elytral length was measured. Because the elytra base is always, but to a varying extent, hidden beneath the base of the pronotum, we suggest that elytral length for this index be measured the same as for that component of SBL, namely as the length along the midline from the apex of the scutellum to a point opposite the apex of the longer elytron. It is unlikely that Farkac used this particular measure of elytral length, so our values for IEl/w are probably not directly comparable with his.

Observations of structural features were made with a Wild Model M-5 stereoscopic dissecting microscope. Measurements were made using a calibrated ocular grid with a scale interval of 0. 1mm and illustrations were prepared with the aid of a camera lucida, both mounted on the Wild microscope.

2 Taxonomy

2.1 Descriptions of New Species

2.1.1 ***Leistus tanaognathus*** new species (长颚盗甲，新种) (Figs. 1, 5 and 10)



Figs. 1～4 Left mandible, clypeus, and labrum

a: Dorsal aspect, b: left lateral aspect, mandible only; scale line=1. 0mm. 1: *Leistus tanaognathus* n. sp. 2: *Leistus lihengae* n. sp. 3: *Leistus gaoligongensis* n. sp. 4: *Leistus yunnanus* Bänninger

TYPE MATERIAL Holotype, a unique female, deposited in KIZ, labeled "CHINA, Yunnan Province, Gaoligong Mountains, Baoshan Prefecture, Baoshan County, Nankang Yakou, 24°49. 9′ N 98°46. 0′E" / "2130m, 4～7 November 1998,

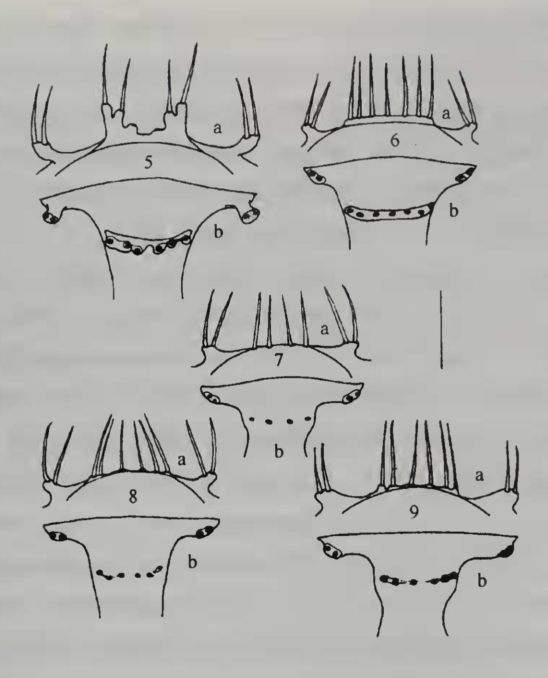
Stop #98-129B, D. H. Kavanaugh, C. E. Griswold, C. -L. Long, R. Li, & S. -X. He collectors" / "Sino-American Expedition, Gaoligong Mountains, Yunnan, Peoples Republic of China, October-November, 1998" / "Holotype *Leistus tanaognathus* Kavanaugh & Long" [red label]. Type locality: Nankang Yakou.

Etymology. The specific name is derived from the Greek words, tanaos, meaning "long", and gnathos, meaning "jaw", in reference to the markedly elongate mandibles of the type specimen.

Diagnosis. Adults of this species can be distinguished from those of all other known *Leistus* species, except *Leistus championi* Andrewes, by their markedly long and apical down-curved mandibles (Fig. 1). From the *L. championi*, they can be distinguished on the basis of ①form of the gular carina with a graded series of distinct tubercles, from longest laterally to shortest medially, on the carina (Fig. 5) in *L. tanaognathus*; without distinct tubercles in *L. championi* (Perrault, 1985b, Fig. 22), ②shape of the pronotum relatively longer and narrower (IPw/l=1.38), slightly less narrowed basally (IPm/b=1.74), and with lateral explanation broader in *L. tanaognathus*; relatively shorter and wider (IPw/l = 1.42 ~ 1.44), slightly more narrowed basally (IPm/b=1.86), and with lateral explanation slightly narrower in *L. championi* (Perrault, 1985b, Fig. 3), and ③ larger size [female ABL=11.9mm in *L. tanaognathus*; 9.5mm in *L. championi* (Perrault, 1985b)].

Description. Size large for the genus, female SBL=10.3mm and ABL=11.9mm. Body form typical for genus, IE/P=1.38, IEl/w=1.60. Head, labrum, and antennomere 1 black, mandibles, maxillae, palpi, and middle portions of antennomeres 2~4 reddish brown, antennomeres 5~12 and bases and apices of antennomeres 3~4 pale reddish; pronotum black, with lateral margins slightly paler (piceous); elytra black; legs with femora black, tibiae and tarsi pale reddish. Dorsum without metallic reflection. Head with frons sparsely but moderately coarsely punctate, also faintly rugulose laterally, vertex more sparsely and finely punctate; pronotum with discal region sparsely and very finely punctulate, apical, basal and lateral regions coarsely and moderately densely punctate; elytral intervals impunctate; thoracic venter (except prosternum medially, proepisternum laterally, and medial two-thirds of metasternum) very coarsely and densely punctate; abdominal venter smooth, except sternum 2 (first visible sternum) and lateral portions of sterna 3 and 4 (second and third visible sterna) very coarsely and densely punctate. Pronotum shiny, head slightly duller, eytra faintly iridescent. Microsculpture comprised of moderately impressed isodiametric sculpticells on head, faintly impressed isodiametric sculpticells on pronotum, and faintly impressed irregular and slightly transverse (less than twice as wide as long) sculpticells on elytra.

Head shape typical for genus, constriction posterior to eyes long, less abrupt, narrowed at about 45 angle to longitudinal axis. Eyes large, markedly convex. An tennae moderately elongate, extended to apical 40% of elytron; antennomere 1 (scape) ex-



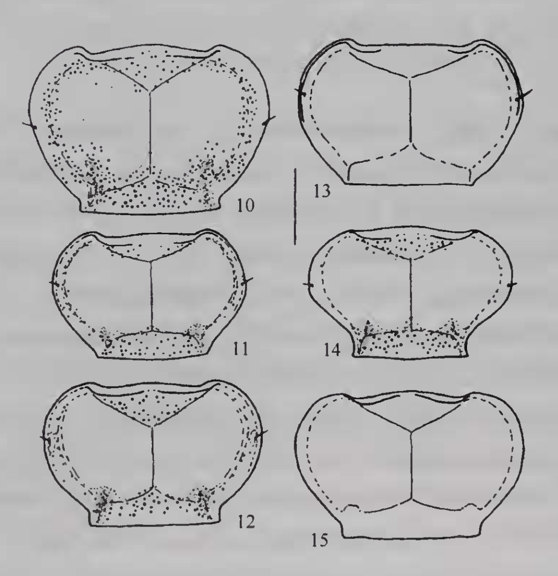
Figs. 5～9 Submentum, insertion of gular setae

a: Posterior aspect, inverted (ventral side up). b: Insertion pattern, ventral aspect; scale line=0.5mm; gc=gular carina; ls=lateral setae; ms=medial setae. 5: *Leistus tanaognathus* n. sp. 6: *Leistus niger* Gebler. 7: *Leistus lihengae* n. sp. 8: *Leistus gaoligongensis* n. sp. 9: *Leistus yunnanus* Bänninger

tremely long, straight, slightly narrowed basally; antennomere 2 (pedicel) with three subapical setae, one anteroventral and two anterodorsal; antennomere 4 glabrous; antennomere 5 slightly longer than antennomere 3, IA = 1.23; flagellar antennomeres (5～12) markedly elongate and slender. Labrum (Fig. 1) long, apical margin smoothly convex, with two pairs of setae. Clypeus with apical margin truncate. Mandible (Fig. 1) long and distinctly deflected downward apically, markedly explanate basolaterally, narrow and parallel-side subapically, lateral margin with extremely deep sinuation. Maxilla with palpiger trisetose (one short, slender seta inserted basomedially, one long, spiniform seta inserted subapicomedially, and one long, spiniform seta inserted apically on a very long process); stipes with five long spinform setae, first (anteriormost), second, and third setae inserted apically on very long, separate processes, fourth and fifth (posteriormost) setae inserted apically on medium length, separate processes. Labium with anterior margin of ligular sclerite extended as a long-tined trident, fringe setae and basal setae absent from trident; ligular sclerite with a broad medial carina, terminated anteroventrally as a medium-length tubercle at the base of the trident, one pair of setae inserted on apex of tubercle; paraglossae separate, lobate; labial palpus with palpomere 2 relatively short and palpomere 3 relatively long, ILP=0.98, palpomere 2 unisetose (near basal end). Mentum with apical tooth moderately bifid; 2 pairs of m2 setae (Ka-

vanaugh 1979) inserted slightly anterior of mental base, lateral pair longer, inserted on short but distinct tubercles and slightly anterior of shorter medial pair; m3 setae inserted on short tubercles; epilobes with short but distinct apical teeth on which m4 setae are inserted; gula (submentum) with lateral setae inserted on a pair of medium-length-tubercles and 3 pairs of medial setae inserted on tubercles of graded length (from longest laterally to shortest medially) on a transverse carina (Fig. 5).

Pronotum (Fig. 10) markedly convex, slightly cordate, base slightly narrow, IPw/l=138, Ipm/b=174; lateral margin markedly arcuate, with a short, moderately deep sinuation anterior to basal angle; lateral explanation markedly broad throughout; apical angles short, markedly broad, moderately rounded; basal angles rectangular; lateral margination absent; anterior margination complete except for medial 25%, deeply impressed, moderately wide; anterior transverse impression broad and moderately deep; posterior transverse impression deep and narrow; basal foveae deep, slightly narrow, moderately divergent basally; midlateral seta present, without a swelling medial to point of insertion; basolateral seta absent. Elytra moderately convex, with silhouette subrectangular; basal margination moderately short, moderately concave anteriorly; humerus angulate, slightly rounded, humeral carina distinct, sharp, not projected anteriorly, humeral tooth absent; striae moderately deep, moderately punctate; interval 3 with five



Figs. 10～15 Pronotum, dorsal as pect. scale line=1. 0mm (refers to Figs. 10～12 and 14 only)

10: *Leistus tanaognathus* n. sp. 11: *Leistus lihengae* n. sp. 12: *Leistus gaoligongensis* n. sp. 13: *Leistus birmanicus* Perrault (redrawn from Perrault, 1985a, Fig. 8). 14: *Leistus yunnanus* Bänninger. 15: *Leistus brancuccii* Farkac (re drawn from Farkac 1995, Fig. 3)

discal setae (one near apex), setiferous punctures slightly foveate; interval 9 with 10 setae (umbilicate series). Hindwing full-sized.

Intercoxal process of prosternum moderately broadly lanceolate, with margination complete. Metasternum slightly short, length posterior to mesocoxa equal to diameter of mesocoxa. Sterna 4 to 6 each with a pair of posterior paramedial setae; sternum 7 with two pairs of apical paramedial setae in female.

Legs longer than average for genus; hindcoxa with one basal seta; front and middle tarsi with climbing setae ventrally on tarsomeres 1 to 4 in both sexes.

Male genitalia unknown.

Female with basal apodemes of tergum 8 absent or very short. Hemisternite 8 with mediumlength setae on medial one-third of apical margin, basal apodeme wide, moderately emarginate apically, with lateral arm markedly shorter than medial arm. Proctiger (tergum 9) hemispheric, narrowly membranous apically. Valvifer (late rotergite 9) with basal apodeme moderately broad. Gonacoxa with five or six short ventral diagonal setae and two short mediodorsal setae. Bursa copulatrix (Fig. 28) with longitudinal axis (lateral aspect) slightly arched basodorsally; spermathecal chamber slightly short, symmetrical, broadly wedge-shaped, triangular (dorsal aspect), slightly extended posterodorsally (lateral aspect); insemination duct not sclerotized; spermathecal duct long, loosely and irregularly convoluted , distinctly thicker proximally and gradually narrowed distally, inserted in apical midline on spermathecal chamber.

Habitat distribution and life history. The holotype specimen was collected at night at the edge of a patch of disturbed mixed hardwood forest with very sparse understory. It was found running over dry leaf litter on the forest floor, about 10 meters away from the edge of a small forest stream. No additional specimens of *L. tanaognathus* were found in several hours of continued searching in the same area, while more than 80 specimens of *L. gaoligongensis* were encountered in the same habitat during this time.

Geographical distribution. At present, known only from the type locality in the southern Gaoligong Mountains of western Yunnan Province.

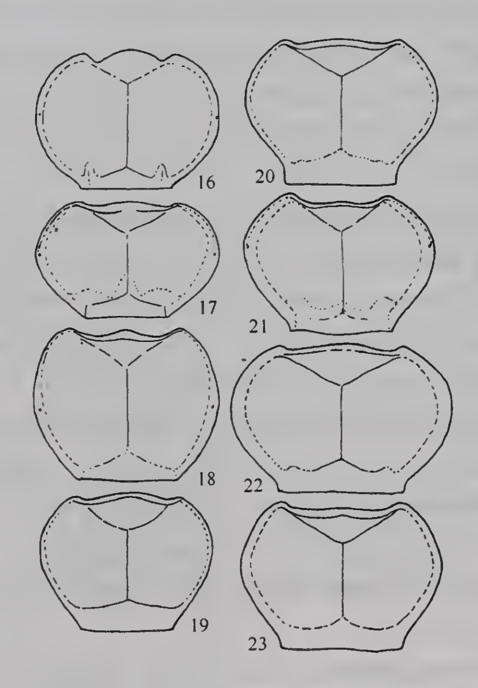
Geographical relations with other species. This species is sympatric with *L. gaoligongensis* at Nankang Yakou.

Taxonomic and faunistic affinites. Based on similarities in adult morphology, this species appears to be very closely related only to *L. championi*, which Perrault (1985a, 1985b) included in his *nepalensis* group of subgenus *Evanoleistus* Jedlicka. Its faunal affinities are therefore toward the west, with the *Leistus* fauna of the Himalayan region of India and Nepal.

2.1.2 *Leistus gaoligongensis* new species（高黎贡山盗甲，新种）(Fig. 3, 8, 12, 25 and 27)

Type material. Holotype, a male, deposited in KIZ, labeled "CHINA, Yunnan

Province, Gaoligong Mountains, Baoshan Prefecture, Baoshan County, Nankang Yakou, 24°49.9′N 98°46.0′E"/"2130m, 4～7 November 1998, Stop #98-129B, D. H. Kavanaugh, C. E. Griswold, C. -L. Long, R. Li, & S. -X. He collectors"/"Sino-American Expedition, Gaoligong Mountains, Yunnan, Peoples Republic of China, October-November, 1998"/"Holotype *Leistus gaoligongensis* Kavanaugh & Long". Paratypes, a total of 130, deposited in KIZ and CaAS: 53 males and 35 males, same locality and expedition labels as holotype/" Paratype *Leistus gaoligongensis* Kavanaugh & Long"; 27 males and 15 females, labeled "CHINA, Yunnan Province, Gaoligong Mountains, Baoshan Prefecture, Baoshan County, 26 air km E of Tenchong at Luoshuidong, 24°56.9′N 98°45.4′E"/"2300m, 26～31 October 1998, Stop #98-127A, D. H. Kavanaugh, C. E. Griswold, C. -L. Long & S. -X. He collectors"/"Sino-American Expedition, Gaoligong Mountains, Yunnan, Peoples Republic of China, October-November, 1998"/"Paratype *Leistus gaoligongensis* Kavanaugh & Long". Type locality: Nankang Yakou.

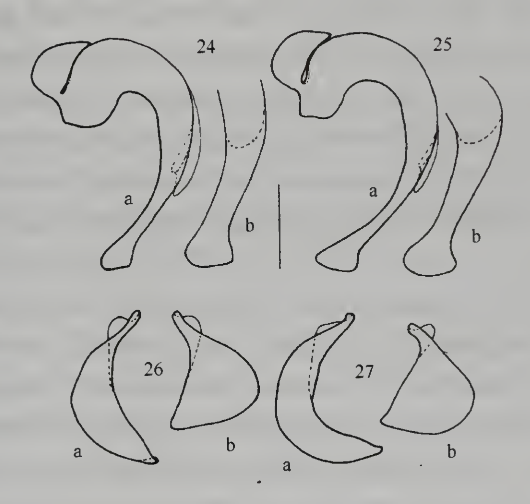


Figs. 16～23 Pronotum, dorsal aspect

16: *Leistus businskyi* Dvorák (redrawn from Dvorák, 1994, Fig. 7). 17: *Leistus angulicollis* Fairmaire (redrawnfrom Perrault, 1991, Fig. 4). 18: *Leistus krali* Farkac (redrawn from Farkac, 1993, Fig. 6). 19: *Leistus deuveianus* Farkac (redrawn from Farkac, 1995, Fig. 4). 20: *Leistus jani* Farkac (redrawn from Farkac, 1995, Fig. 5). 21: *Leistus kubani* Farkac (redrawn from Farkac, 1993, labeled as Fig. "3", but cited as "2" in the caption). 22: *Leistus kucerai* Farkac (redrawn from Farkac 1995, Fig. 7). 23: *Leistus klarae* Farkac (redrawn from Farkac 1995, Fig. 6)

Etymology. This species is named for the Gaoligong Mountains, where both known populations of this species occur.

Diagnosis. Adults of this species can be distinguished from those of all other known *Leistus* species by the following combination of character states: body black, antennomeres 2 to 12, mandibles, labrum, and tibiae and tarsi pale reddish; elytra with distinct greenish-golden metallic reflection; lateral margin of mandible distinctly sinuate (Fig. 3a); gular setae inserted on very short, separate tubercles not or only slightly connected by low cuticular bridges (gular carina absent); pronotum (Fig. 12) with lateral margin evenly arcuate and with a short, deep sinuation anterior to rectangular basal angle, lateral explanation markedly wide; male median lobe (Fig. 25) with apex long and asymmetrically expanded apically, apical orifice without wing sclerites basally.



Figs. 24～27 Median lobe of aedeagus

a: Left lateral aspect, b: Apex, ventral oblique aspect (perpendicular to plane of apical ventral surface), scale line=0. 5mm. 24: *Leistus lihengae* n. sp. 25: *Leistus gaoligongensis* n. sp. 26～27. Parameres of aedeagus, lateral aspect; a: Right paramere, b: Left paramere; scale line=0. 5mm. 26: *Leistus lihengae* n. sp. 27: Leistus gaoligongensis *n. sp.*

Members of this species are most similar to those of *L. brancuccii* Farkac, with which they share form of the pronotum and general shape of the apex of the m ale median lobe, but from which they can be distinguished by their greenish-golde nelytral reflection (bronze in *L. brancucci*), pale reddish antennomeres 2 to 4 (pale brown in *L. brancuccii*), pale reddish tibiae (darker in *L. brancuccii*), and longer apex of the median lobe (shorter in *L. brancuccii*, see Farkac, 1995, Figs. 22 and 23).

Description. Size medium for the genus; male SBL=7. 3～8. 3mm and ABL=8. 4～9. 2 mm, female SBL=7. 7～8. 6mm and ABL=8. 5～9. 9mm. Body form typical for just, but elytra slightly shorter and broader than in most species, males with IE/P=1. 24～1. 32 and IEl/w=1. 57～1. 67, females with IE/P=1. 31～1. 33 and IEl/w=

1. 55～1. 59; relative head width greater in females than in males. Head and antennomere 1 black, labrum, mandibles, maxillae, palpi, and all antennomeres pale reddish (labrum slightly darker in some individuals); pronotum black, with lateral margins slightly paler (piceous); elytra black; legs with femora black, tibiae and tarsi pale reddish. Head and pronotum without metallic reflection, elytra with distinct greenish-golden metallic reflection. Head with frons sparsely and finely punctate, also faintly rugulose laterally, vertex finely punctulate; pronotum with discal region smooth, apical and basal regions coarsely and moderately densely punctate, lateral regions sparsely and finely punctate; elytral intervals impunctate; thoracic venter with prosternum anterolaterally, mesepisternum, mesepimeron, metasternum laterally, and metepisternum coarsely and moderately densely punctate, other areas smooth or sparsely and more finely punctate; abdominal venter smooth, except sternum 2 and paralateral portions of sternum 3 coarsely and moderately densely punctate. Head, pronotum and elytra shiny, elytra very slightly iridescent. Microsculpture comprised of faintly impressed isodiametric sculpticells on head, very faintly (nearly effaced) slightly transverse (less than twice as wide as long) sculpticells on pronotum, and moderately impressed markedly transverse (more than three times as wide as long, formed into microlines in some areas) sculpticells on elytra.

Head shape typical for genus, constriction posterior to eyes short abrupt, narrowed at about 750 angle to longitudinal axis. Eyes large, markedly convex. Antennae slightly elongate, extended to apical half of elytron; antennomere 1 (scape) moderately long, straight, slightly narrowed basally; antennomere 2 (pedicel) with three subapical setae, one anteroventral and two anterodorsal; antenomere 4 glabrous; antennomere 5 distinctly longer than antennòmere 3, IA=144～160; flagellar antennomeres (5～12) markedly elongate and slender. Labrum (Fig. 1) long, apical margin smoothly convex or slightly projected medially, with two pairs of setae. Clypeus with apical margin truncate. Mandible (Fig. 3) medium length, not distinctly deflected downward apically, markedly explanate basolaterally, narrowed distally, lateral margin with a moderately deep sinuation. Maxilla with palpiger bisetose (with two long, spiniform seta, one inserted subapicomedially and one inserted apically on a long process); stipes with five long spinform setae, first (anteriormost), second, and third setae inserted apically on short or moderate length, separate processes (one individual examined with first and second setae on one basally-fused short process), fourth and fifth (posteriormost) setae inserted apically on short, separate processes. Labium with anterior margin of ligular sclerite extended as a long-tined trident, fringe setae and basal setae absent from trident; ligular sclerite with a broad medial carina, terminated anteroventrally as a medium-length tubercle at the base of the trident, one pair of setae inserted on apex of tubercle; paraglossae separate, lobate; labial palpus with palpomere 2 relatively short and palpomere 3 relatively long, ILP=0. 91～0. 95, palpomere 2 unisetose (near basal end). Mentum

with apical tooth emarginate or slightly bifid; 2 pairs of m2 setae inserted slightly anterior of mental base, lateral pair longer than medial pair; m3 setae inserted on short tubercles; epilobes each with a short but distinct apical teeth on which m4 seta is inserted; gula (submentum) with lateral setae inserted on a pair of short tubercles and 2.5 or 3 pairs of medial setae inserted on very short tubercles (lateral two pairs incompletely jointed by slightly raised cuticular bridges, but not forming a carina) (Fig. 8).

Pronotum (Fig. 12) markedly convex, moderately cordate, base slightly narrow, IP w/l=1.46～1.56, Ipm/b=1.61～1.78; lateral margin markedly arcuate, with a short, moderately deep sinuation anterior to basal angle; lateral explanation broad throughout, center of explanation slightly convex as a raised longitudinal swelling parallel to lateral margin in anterior half to two-thirds in most individuals; apical angles very short, markedly broad, markedly rounded; basal angles rectangular; lateral margination faintly present anteriorly only; anterior margination complete or narrowly interrupted only at middle, deeply impressed, moderately wide; anterior transverse impression narrow and deep; posterior transverse impression markedly deep and narrow; basal foveae deep, medium-width, moderately divergent basally; midlateral seta present, with a small swelling medial to point of insertion; basolateral seta absent.

Elytra moderately convex, with silhouette subrectangular; basal margination medium-length, slightly or moderately concave anteriorly; humerus angulate, slightly rounded, humeral carina distinct, sharp, not projected anteriorly, humeral tooth absent; striae medium-depth, moderately punctate; interval 3 with four to six discal setae (one near apex in most individuals), setiferous punctures slightly foveate; interval 9 with six to nine setae (umbilicate series). Hindwing full-sized.

Intercoxal process of prosternum moderately broadly lanceolate, with margination complete or complete except at apex. Metasternum slightly short, length posterior to mesocoxa slightly greater than diameter of mesocoxa. Sterna 4 to 6 each with a pair of posterior paramedial setae; sternum 7 with one pair of apical paramedial setae in males, two pairs in females.

Legs average length for genus; hindcoxa with one basal seta; front and middle tarsi with climbing setae ventrally on tarsomeres 1 to 4 in both sexes.

Male genitalia with median lobe as in Fig. 25; basal bulb rounded and markedly closed basally; dorsobasal piece present as a large, simple sagital fin in dorsal midline; mid-shaft medium-width, moderately tapered apically, circular in cross-section; preapical shaft narrow, slightly tapered apically in lateral aspect, straight and slightly tapered apically in ventral aspect, without right or left lateral flanges, ventral curvature evenly concave; apex extremely long, apically expanded asymmetrically as in Fig. 25b (oblique ventral aspect), broadly hooked dorsally (lateral aspect, Fig. 25a), plane of apical face (apical aspect) markedly deflected left, without a ventral longitudinal keel; apical orifice slightly deflected right, without wing sclerites basally. Parameres (Fig. 27) asymmetri-

cal; left paramere (Fig. 27b) short, broad, narrowed basally; right paramere (Fig. 27a) moderately long, slender.

Female with basal apodemes of tergum 8 absent or very short. Hemisternite 8 with medium-length setae on medial one-third of apical margin, basal apodeme wide, slightly emarginate apically, with lateral arm slightly shorter than medial arm. Proctiger (tergum 9) hemispheric, narrowly membranous apically. Valvifer (laterotergite 9) with basal apodeme moderately broad. Gonacoxa with six to eight medium-length ventral diagonal setae and three or four short mediodorsal setae. Bursa copulatrix (Fig. 30) with longitudinal axis (lateral aspect) slightly arched basodorsally; spermathecal chamber slightly short, symmetrical, broadly wedge-shaped, triangular (dorsal aspect), slightly extended posterodorsally (lateral aspect); insemination duct not sclerotized; spermathecal duct long, loosely and irregularly convoluted, distinctly thicker proximally and gradually narrowed distally, deflected slightly right just distal to insertion in apical midline on spermathecal chamber.

Habitat distribution and life history. Almost all specimens were collected at night in partially disturbed mixed hardwood forest, most on or beside abandoned and overgrown dirt roads or trails, where ground cover was sparse enough to make the beetles clearly visible. Individuals were most abundant in moist areas at the edges of seeps or small forest streams but were also found in dry leaf litter . Many individuals were found perched or running on dead twigs, fallen branches of trees, or bamboo stalks lying on the ground, rather than on the ground itself , and these sites appear to serve as gathering points. Several copulating pairs of adults were found at such sites at both localities. No individuals were found by beating understory or forest edge vegetation, either during the day or at night; and only one individual was found perched on a low understory leaf at night .

Geographical distribution. At present, known from only two localities, 14 air kilometers (akm) apart, in the southern Gaoligong Mountains of western Yunnan Province.

Geographical relations with other species. This species is sympatric with *L. tanaognathus* at Nankang Yakou and with *L. lihengae* (and perhaps also *L. brancuccii*, see below) at Luoshuidong.

Taxonomic and faunistic affinities. Based on similarities in adult morphology, this species appears to be closely related to *L. brancuccii*, *L. birmanicus*, *L . lihengae*, *L. yunnanus*, and other species which Perrault (1985a) included in his crassus group of subgenus Evanoleistus Jedlicka. Its faunal affinities appear to be toward both the east and west, with the *Leistus* fauna of the region extending from eastern Pakistan (*Leistus heinzi* Farkac), through the Himalayan region and northeastern Myanmar, and across Yunnan, Sichuan, Guizhou, and Fujian Provinces to Taiwan (*Leistus smetani* Farkac) and Japan (*Leistus crassus* Bates).

Taxonomic notes. Farkac (1995: 148) recorded *Leistus brancuccii* from the Gaoli-

gong Mountains at "25°57′N 98°45′E". If the cited coordinates are actually in degrees and minutes, rather than degrees only (as written), then this record is also from Luoshuidong. In 1995, the cited year of collection of the female specimen on which this record is based, the main road from Bawan to Tengchong over the Gaoligong Mountains passed through Luoshuidong, and the cited elevation for the record, "2200～2500m" is also appropriate for this locality. However, if the cited coordinates are, in fact, as written (i. e., in degrees only), then the record for *L. brancuccii* is allopatric with respect to both *L. gaoligongensis* and *L. lihengae*, about 30 akm southwest of the southern limit of the known range of the former and 45 akm southwest of the type locality of the latter.

Leistus brancuccii is unique among *Leistus* species presently known from Yunnan in that it is the only one recorded from more than one mountain range in the province (i. e., Gaoligong Mountains and Cangshan) or also from outside the province (i. e., from Guizhou Province) (Farkac 1995). A general pattern of extre mely restricted geographical ranges of species holds as well for the *Leistus* faunas of several other provinces in China (see additional discussion below). This pattern, coupled with the fact that the record for the Gaoligong Mountains is based on a single female, and Farkac (1995) apparently did not examine characters of female genitalic structure, suggests that this record may be suspect. The Gaoligong Mountains specimen indeed may be conspecific with *L. brancuccii*; but perhaps it is a female of *L. gaoligongensis*. If the latter, then that specimen either does not fit Farkac's description of *L. brancuccii* or, alternatively, it does not fit our description of *L. gaoligongensis*. A third possibility is that it represents a distinct, undescribed species, adults of which are active in Spring (cited collection date was "8～16 v. 1995").

2.1.3 *Leistus lihengae* new species（李氏盗甲，新种）(Fig. 2, 7, 11, 24 and 26)

TYPE MATERIAL—Holotype, a male, deposited in KIZ, labeled "CHINA, Yunnan Province, Gaoligong Mountains, Baoshan Prefecture, Baoshan County, 26 air km E of Te nchong at Luoshuidong, 24°56.9′N 98°45.4′E"/"2300 m, 26～31 October 1998, Stop #98-127A, D. H. Kavanaugh, C. E. Griswold, C. -L. Long & S. -X. He collect ors"/"Sino-American Expedition, Gaoligong Mountains, Yunnan, Peoples Republic of China, October-November, 1998"/"Holotype *Leistus lihengae* Kavanaugh & Long". Paratypes, a total of 21, deposited in KIZ and CaAS: 15 males and 6 females, same label data as holotype/"Paratype *Leistus lihengae* Kavanaugh & Long". Type locality: Luoshuidong.

Etymology. We take great pleasure in naming this species in honor of Professor Li Heng, leader of the first Sino-American expedition to the Gaoligong Mountains.

Diagnosis. Adults of this species can be distinguished from those of all other known

Leistus species by the following combination of character states: body black, antennae, mandibles, labrum and legs entirely pale reddish; head and pronotum with distinct greenish metallic reflection, elytra with brilliant copper or golden metallic reflection; lateral margin of mandible distinctly sinuate (Fig. 2a); gular setae inserted separately and directly on surface of submentum (gular carina absent); pronotum (Fig. 11) with lateral margins without or with only a short and very shallow sinuation anterior to obtuse basal angle; male median lobe (Fig. 24) with apex long and asymmetrically expanded apically, apical orifice without wing sclerites basally.

Members of this species appear to be most similar to those of *L. birmanicus* Perrault, with which they share general form of the pronotum and shape of the apex of the male median lobe, but from which they can be distinguished by the greenish metallic reflection on the head and pronotum (absent from *L. birmanicus*), copper or golden metallic reflection of the elytra (greenish in *L. birmanicus*), antennae and legs entirely pale reddish (antennomere 1 and tibiae darker in *L. birmanicus*), and basal piece (sagital fin) of male median lobe large (smaller in *L. birmanicus*; see Perrault, 1985a, Fig. 9a).

Description. Size medium for the genus, male SBL=7.2～7.7mm and ABL=8.1～8.7mm, female SBL=7.6～8.1mm and ABL=8.4～8.8mm. Body form typical for genus, except head slightly narrower and elytra slightly shorter and wider than in most species, males with IE/P=1.26～1.29 and IEl/w=1.59～1.67, females with IE/P=1.33～1.38 and IEl/w=1.49～1.55; relative head width equal in males and females, elytra relatively shorter and wider in females than in males. Head black, labrum, mandibles, maxillae, palpi, and all antennomeres pale reddish; pronotum black, with lateral margins slightly paler (reddish brown); elytra black; legs with femora, tibiae and tarsi pale reddish. Head and pronotum with distinct greenish metallic reflection, elytra with brilliant copper-golden metallic reflection. Head with frons sparsely and finely punctate, also faintly rugulose laterally, vertex finely punctulate; pronotum with discal region smooth, apical and basal regions coarsely and sparsely punctate, lateral regions sparsely and finely punctate; elytral intervals impunctate; thoracic venter with prosternum anterolaterally, proepisternum posteriorly, mesepisternum, mesepimeron, and metepisternum coarsely and sparsely punctate (metasternum with a few coarse punctures at extreme lateral edge only), other areas smooth or sparsely and more finely punctate; abdominal venter smooth, except sternum 2 and paralateral portions of sternum 3 coarsely and moderately densely punctate. Head, pronotum and elytra shiny. Microsculpture comprised of faintly impressed isodiametric sculpti cells on head, faintly impressed broken isodiametric sculpticells on pronotum, and moderately impressed moderately transverse (about twice as wide as long) sculpticells on elytra.

Head shape typical for genus, constriction posterior to eyes short, abrupt, narrowed at about 75° angle to longitudinal axis. Eyes large, markedly convex. Antennae

slightly elongate, extended to apical half of elytron; antennomere 1 (scape) moderately long, straight, slightly narrowed basally; antennomere 2 (pedicel) with three subapical setae, one anteroventral and two anterodorsal; antenomere 4 glabrous; antennomere 5 distinctly longer than antennomere 3, IA=1.44～1.60; flagellar antennomeres (5～12) markedly elongate and slender. Labrum (Fig. 1) long, apical margin smoothly convex or slightly projected medially, with two pairs of setae. Clypeus with apical margin truncate. Mandible (Fig. 2) medium length , not distinctly deflected downward apically, markedly explanate basolaterally, narrowed distally, lateral margin with a moderately deep sinuation. Maxilla with palpiger bisetose (with two long, spiniform seta, one inserted subapicomedially and one inserted apically on a long process); stipes with five long spinform setae, first (anteriormost), second, and third setae inserted apically on short or moderate length, separate processes (one individual examined with first and sec ond setae on one basally-fused short process), fourth and fifth (posteriormost) setae inserted apically on short, separate processes. Labium with anterior margin of ligular sclerite extended as a longtined trident, fringe setae and basal setae absent from trident; ligular sclerite with a broad medial carina, terminated anteroventrally as a mediumlength tubercle at the base of the trident, one pair of setae inserted on apex of tubercle; paraglossae separate, lobate; labial palpus with ILP=0.87～0.93, palpomere 2 unisetose (near basal end). Mentum wi th apical tooth emarginate or slightly bifid; 2 pairs of m2 setae inserted slightly anterior of mental base, lateral pair longer than medial pair; m3 setae inserted on short tubercles; epilobes each with a short but distinct apical teeth on which m4 seta is inserted; gula (submentum) with lateral setae inserted on a pair of short tubercles and 2 pairs of medial setae inserted on very short, separate tubercles (no trace of a carina) (Fig. 7).

Pronotum (Fig. 11) markedly convex, markedly cordate, base slightly narrow, IPw/l=1.48～1.67, IPm/b=1.63～1.70; lateral margin markedly arcuate, with a short, very shallow sinuation anterior to basal angle; lateral explanation broad throughout, center of explanation slightly convex as a raised longitudinal swelling parallel to lateral margin in anterior half in most individuals; apical ang les very short, moderately broad, markedly rounded; basal angles slightly or moderately obtuse; lateral margination faintly present anteriorly only; anterior margination complete except for medial 25%, moderately impressed, moderately wide; anterior transverse impression narrow and deep; posterior transverse impression markedly deep and narrow; basal foveae slightly shallow, medium-width, moderately divergent basally; midlateral setaepresent, with or without a small swelling medial to point of insertion; basolateral seta absent.

Elytra moderately convex, with silhouette subrectangular; basal margination medium-length, slightly or moderately concave anteriorly; humerus angulate, slightly rounded, humeral carina distinct, sharp, not projected anteriorly, humeral tooth absent; striae medium-depth, moderately punctate; interval 3 with three to six discal setae

(one near apex in most individuals), setiferous punctures slightly foveate; interval 9 with six or seven setae (umbilicate series). Hindwing full-sized.

Intercoxal process of prosternum moderately broadly lanceolate, with margination complete or complete except at apex. Metasternum slightly short, length posterior to mesocoxa slightly greater than diameter of mesocoxa. Sterna 4 to 6 each wi th a pair of posterior paramedial setae; sternum 7 with one pair of apical paramedial setae in males, two pairs in females.

Legs average length for genus; hindcoxa with one basal seta; front and middle tarsi with climbing setae ventrally on tarsomeres 1 to 4 in both sexes.

Male genitalia with median lobe as in Fig. 24; basal bulb rounded and markedly closed basally; dorsobasal piece present as a large, simple sagital fin in dorsal midline; mid-shaft medium-width, moderately tapered apically, circular in cross-section; preapical shaft narrow, slightly tapered apically in lateral aspect, straight and slightly tapered apically in ventral aspect, without right or left lateral flanges, ventral curvature evenly concave; apex extremely long, apically expanded asymmetrically as in Fig. 24b (oblique ventral aspect), broadly hooked dorsally (lateral aspect, Fig. 24a), plane of apical face (apical aspect) markedly deflected left, without a ventral longitudinal keel; apical orifice slightly deflected right, without wing sclerites basally. Parameres (Fig. 26) asymmetrical; left paramere (Fig. 26b) short, broad, narrowed basally; right paramere (Fig. 26a) moderately long, slender.

Female with basal apodemes of tergum 8 absent or very short; hemisternite 8 with medium-length setae on medial one-third of apical margin, basal apodeme wide, slightly emarginate apically, with lateral arm slightly shorter than medial arm; proctiger (tergum 9) hemispheric, narrowly membranous apically; valvifer (latero tergite 9) with basal apodeme moderately broad; gonacoxa with five to seven short ventral diagonal setae and two or three short mediodorsal setae. Bursa copulatrix (Fig. 29) with longitudinal axis (lateral aspect) slightly arched basodorsally; spermathecal chamber slightly short, symmetrical, broadly wedge-shaped, triangular (dorsal aspect), slightly extended posterodorsally (lateral aspect); insemination duct not sclerotized; spermathecal duct long, loosely and irregularly convoluted, distinctly thicker proximally and gradually narrowed distally, inserted apically slightly right of midline on spermathecal chamber.

Habitat distribution and life history. Almost all specimens were collected at night in partially disturbed mixed hardwood forest, under the same circumstances as described for *L. gaoligongensis*. As with that species, many individuals were found perched or running on dead twigs, fallen branches of trees, or bamboo stalks lying on the ground, and one copulating pair was found at such a site. No individuals were found by beating understory or forest edge vegetation, either during the day or at night; and only one individual was dislodged from moss on a tree trunk 1. 5m above the ground. Adults of *L. lihengae* were found together with *L. gaoligongensis* adults at the type locality.

Geographical distribution. At present, known only from the type locality in the southern Gaoligong Mountains of western Yunnan Province.

Geographical relations with other species. This species is sympatric with *L. gaoligongensis* and perhaps also *L. brancuccii* (see above) at Luoshuidong.

Taxonomic and faunistic affinities. Based on similarities in adult morphology, this species appears to be closely related to *L. brancuccii*, *L. birmanicus*, *L. gaoligongensis*, *L. yunnanus*, and other species which Perrault (1985a) included in his crassus group of subgenus Evanoleistus Jedlicka. Its faunal affinities appear to be as described for Leistus gaoligongensis.

2.2 A Key to the *Leistus* Species Known or Suspected to Occur in Yunnan Province

Thirteen species of *Leistus*, including the three described in this report, are known to occur in Yunnan. *Leistus birmanicus* Perrault (1985) was described from the Adung Valley, Myanmar, which is an upper tributary of the Irrawaddy (Dulong Jiang) near the border with Yunnan. Although not yet recorded from the province, this species may also occur Yunnan, most likely on the western flank of the northern part of the Gaoligong Mountains, and, therefore, is included in the key.

We remind users of this key that character states cited and illustrations provid ed are based on our review of the literature and not of representative specimens (see above), except for *Leistus yunnanus* Bnninger (1925) and the new species described in this report. References, including descriptions and illustrations, that we used for species included in the key were as follows: *Leistus angulicollis* Fairmaire (1886): Perrault (1991); *L. birmanicus* Perrault: Perrault (1985, original description); *Leistus businskyi* Dvorák: Dvorák (1994, original description) and Farkac (1993); *Leistus brancuccii* Farkac, *Leistus deuveianus* Farkac, *Leistus jani* Farkac, *Leistus klarae* Farkac, and *Leistus kucerai* Farkac: Farkac (1995, original descriptions); and *Leistus krali* Farkac and *Leistus kubani* Farkac: Farkac (1993, original descriptions). Characters of pronotal shape and structure dominate the key because ①they are useful in distinguishing adults of these species and ②pronota have been illustrated for all of the included species. Illustrations provided here are redrawn from those provided by previous authors (see citations with figure captions). We did not use characteristics of the median lobe of the aedeagus of males in the key because ①examination of these structures requires dissection, ②males are still unknown for two of the species (*L. krali* and *L. tanaognathus*), and ③all species can be distinguished without reference to internal characters. We regard this as only a preliminary, working key, one to be checked and improved through future comparisons with specimens of all included species.

1 Gular setae inserted separately and directly on the gular surface (Fig. 7) or on short isolated tubercles (Figs. 8, 9) in *L. gaoligongens* is and *L. yunnanus* adults, tubercles may be united by low cuticular swellings or bridges ········· 2

1′ Gular setae inserted on a district transverse carina (Figs. 5, 6) ································ 6

2(1) Pronotum (Figs. 11, 13) without or with only a short very shallow sinuation of the lateral margin anterior to the basal angle ··· 3

2′ Pronotum (Figs. 12, 14, 15) with a deep sinuation of the lateral margin anterior to the basal angle ·· 4

3(2) Legs and antennae entirely pale reddish; head and pronotum dorsally with distinct greenish metallic reflection; elytra with brilliant copper or golden metallic reflection ··· ***Leistus lihengae*** new species

3′ Legs with femur (and perhaps also tibia) and antennal scape (antennomere 1) dark (brown); head and pronotum dorsally without metallic reflection; elytra with a greenish metallic reflection ··· ***Leistus birmanicus*** Perrault

4 (2′) Pronotum (Fig. 14) with lateral margin narrowly curved and with a long sinuation anterior to basal angle, lateral explanation widest at middle (near insertion of midlateral seta) and distinctly narrowed anteriorly and posteriorly ··· ·· ***Leistus yunnanus*** Bänninger

4′ Pronotum (Figs. 13 and 15) with lateral margin more evenly arcuate and with a shorter and more abrupt sinuation anterior to basal angle, lateral explanation wide throughout (or only slightly narrowed anteriorly) and ·· 5

5(4′) Antenna with antennomeres 1 to 4 dark (piceous), antennomeres 5 to 12 paler (brownish); elytra with a distinct bronze metallic reflection; pronotum (Fig. 15) with lateral explanation moderately wide ··· ***Leistus brancuccii*** Farkac

5′ Antennae with antennomere 1 (scape) piceous, antennomeres 2 to 12 pale reddish; elytra with a distinct greenish golden metallic reflection; pronotum (Fig. 13) with lateral explanation markedly wide ·· ***Leistus gaoligongensis*** new species

6(1′) Gular carina (Fig. 5) with distinct tubercles, graded from lon gest laterally to shortest medially; mandible (Fig. 1) very long, markedly sinuate laterally, and apically recurved ventrally ·· ***Leistus tanaognathus*** new species

6′ Gular carina (Fig. 6) without distinct tubercles of graded length ; mandible (Figs. 2～4) shorter, less sinuate laterally and apically not or only slightly recurved ventrally ··· 7

7(6′) Pronotum (Figs. 16, 17) markedly narrowed basally, ratio of greatest pronotal width to width across pronotal base (IPm/b) equals 2.00 or more ·· 8

7′ Pronotum (Figs. 18～23) slightly or moderately narrowed basally, IPm/b less than 2.00 ··· ··· 9

8(7) Pronotum (Fig. 17) with apical width (measured between apices of apical angles) distinctly greater than basal width (measured between basal angles), lateral margin without a sinuation anterior to basal angle, apical margin slightly and gradually sinuate medial to apical angles ·· ***Leistus angulicollis*** Fairmaire

8′ Pronotum (Fig. 16) with apical width nearly equal to basal width of base, lateral margin slightly but distinctly sinuate anterior to basal angle, apical margin deeply and abruptly sinuate medial to apical angles ·· ***Leistus businskyi*** Dvorák

9(7′) Pronotum (Fig. 18) with lateral margin evenly arcuate and with out sinuation anterior to basal angle, lateral explanation moderately broad at middle but markedly narrowed anteriorly ··· ·· ***Leistus krali*** Farkac

9′ Pronotum (Figs. 19～23) with lateral margin evenly arcuate or not but with sinuation present least so in *L. deuveianus* (Fig. 19) anterior to basal angle, lateral explanation narrow or broad but not markedly narrowed anteriorly 10

10(9′) Pronotum (Figs. 19, 20) with lateral explanation narrow 11

10′ Pronotum (Figs. 21～23) with lateral explanation moderately or markedly broad 12

11(10) Pronotum (Fig. 19) with sinuation of lateral margin very shallow anterior to basal angle, basal angles distinctly obtuse .... ***Leistus deuveianus*** Farkac

11′ Pronotum (Fig. 20) with sinuation of lateral margin deep anterior to basal angle, basal angles rectangular .... ***Leistus jani*** Farkac

12(10′) Pronotum (Fig. 21) with sinuation of lateral margin very short, just slightly anterior to basal angle, basal angles rectangular, lateral margination present on lateral explanation anterior to insertion of midlateral seta .... ***Leistus kubani*** Farkac

12′ Pronotum (Figs. 22, 23) with sinuation of lateral margin long er, more distant from (anterior to) basal angle, basal angles rectangular or obtuse, lateral margination absent from lateral explanation 13

13(12′) Pronotum (Fig. 22) with sinuation of lateral margin deep, basal angles rectangular, lateral explanation very broad .... ***Leistus kucerai*** Farkac

13′ Pronotum (Fig. 23) with sinuation of lateral margin shallow, basal angles obtuse, lateral explanation only moderately broad .... ***Leistus klarae*** Farkac

3 Discussion

All three species described in this report appear to represent Leistus subgenus Evanoleistus Jedlicka (1967), as redefined by Perrault (1980, 1985a, and 1985b), with *L. tanaognathus* probably related to species in Perrault's (1985a and 1985b) nepalensis group and both *L. gaoligongensis* and *L. lihengae* related to species in his (Perrault, 1985a) crassus group. As noted by both Sciaky (1994) and Farkac (1995), subgeneric concepts within genus *Leistus*, and especially with respect to subgenera.

Evanoleistus, Neoleistus Erwin (1970), and *Leistus* s. str. , are in need of further clarification. A detailed phylogenetic analysis is required to better understand relationships among these groups.

Our knowledge of the diversity of *Evanoleistus*, as currently interpreted, has expanded tremendously in the last decade. Jedlicka included only his new species, *Leistus nepalensis* Jedlicka (1967), in his new subgenus. Subsequently, 15 other species described before 1960 and formerly included in other subgenera have been transferred to *Evanoleistus*. The first of these species described was *Leistus* crassus Bates (1883). By the end of the 1970's, 14 species were known, and 10 more species were described during the 1980's (Deuve 1985, Perrault 1985, 1986). No less than 44 new species (Dvorák 1994, Farkac 1993, 1995, Farkac and Sciaky 1998, Morvan 1991, Perrault 1990, 1994, Sciaky 1994, 1995), including the three described here, have been added in the 1990's, bringing the total number of species presently included in *Evanoleistus* to

68. Of these, 43 (63%) are known only from localities in China; and, as suggested by Farkac (1995), this number is sure to increase as new areas in China are sampled.

Based on our current knowledge of the geographical distributions of *Evanoleistus* species in China, the general pattern appears to be one of extremely restricted geographical ranges of species, particularly in Yunnan, Sichuan, Gansu, and Qinghai Provinces. All species known from this region, with the exception of *L. brancucci*, are known only from single mountain ranges or mountain systems; and, as suggested above, Farkac's (1995) concept of *L. brancuccii* may have been too inclusive (*i. e.*, the record of *L. brancuccii* from Gaoligong Mountain s may be based on a female of *L. gaoligongensis*). Whether this pattern reflects geographical ranges that are really this restricted or merely inadequate sam pling remains to be tested.

A second feature of the pattern apparent to date is that of sympatry among two or more geographically restricted species in the same mountain range or system, although these species may occupy different altitudinal ranges on the same mountain/system. For example, *L. gaoligongensis* is sympatric with *L. tanaognathus* and *L. lihengae* in the Gaoligong Mountains; Leistus kubani and *L. krali* are sympatric in the Habashan, northwestern Yunnan (Farkac 1993); *L. jani* and *L. klarae* are sympatric west of Zhongdian, northwestern Yunnan (Farkac 1995); *Leistus perraulti* Sciaky and *Leistus cylindricus* Sciaky are sympatric at Zhangla, northern Sichuan (Sciaky 1994); and *Leistus haeckeli* Farkac, *Leistus sciakyi* Farkac, and *Leistus wrasei* Farkac and Sciaky are sympatric on Gongga Shan, southwestern Sichuan (Farkac 1995, Farkac and Sciaky 1998).

Comprehensive faunal surveys of areas previously sampled are likely to discover additional new species, as well as additional instances of sympatry among Evan oleistus species. Areas that remain poorly sampled or never have never sampled , like northern portions of the Gaoligong Mountains, should yield even more new species when explored. Clearly the basic faunal inventory of *Leistus* in general and *Evanoleistus* in particular for China is far from complete, and future field and laboratory efforts are likely to be highly informative. However, interpretation of the distributional patterns that are recognized must await development of a sound hypothesis of phylogenetic relationships among the species represented.

Acknowledgements The 1998 Sino-American expedition to the Gaoligong Mou-ntains was supported by generous donations from friends of the CaAS and by CBRI (CaAS), the Chinese Academy of Sciences (ChAS), the Yunnan Provincial Science and Technology Commission (YSTC), and the Kunming Institutes of Botany (KIB) and Zoology (KIZ). Special thanks are due to Drs. Tran Hoang and Nina Jablonski (CaAS) and Mr. Cao Daming (YSTC) for their efforts and support in making this expedition a success, and to Dr. Li Heng (KIB), expedition leader, and Bruce Bartholomew, leader

for the CaAS contingent.

Mr. He Shao-xian, Tengchong Bureau of Forestry, provided superb logistical support and assistance in the field, and Mr. Li Rong (KIB) assisted ably with the collection of specimens. We also received vital logistical support from managers and staff of the Forestry Department facilities in Bawan, Dahaoping, Liuku, Nankang, Pianma, Qushi, and Tengchong. A draft of the manuscript was read and criticized by Drs. Charles Griswold and Nina Jablonski (CaAS).

References

Andrewes H E. 1920. Papers on Oriental Carabidae. IV. Annals and Magazine of Natural History, Series 9: 445～455

Andrewes H E. 1929. The fauna of British India, including Ceylon and Burma. Coleoptera. Carabidae. Vol. I. -Carabinae. 431

Bänninger M. 1925. Neunter Beitrag zur Kenntnis der Carabinae: die Nebriini. Entomologische Mitteilungen, 14: 180～195, 256～281, 329～343

Bates H W. 1883. Supplement to the geodephagous Coleoptera of Japan, chiefly fro m the collection of Mr. George Lewis, made during his second visit from February 1880 to September 1881. Transactions of the Entomological Society of London. 1883. 209～290

Deuve T. 1985. Description d'un nouveau Leistus Froehlig du Népal et notes sur le genre [Coleoptera, Caraboidea, Nebriidae]. Revue Francaise d'Entomologie (Nouvelle Série), 7: 45～47

Dvorák M. 1994. Einige neue Leistus-Arten (Coleoptera, Carabidae, Nebriini) . Annotationes Zoologicae et Botanicae, 215: 3～11

Erwin T L. 1970. The Nearctic species of the genus Leistus Frölich (Coleoptera: Carabidae). Pan-Pacific Entomologist, 46: 111～119

Farkac J. 1993. Two new Leistus (Coleoptera: Carabidae) species from Yunnan. Acta Societatis Zoologicae Bohemicae, 57: 87～89

Farkac J. 1995. Sixteen new species of Leistus from Asia (Coleoptera: Carabi dae: Nebriini). Acta Societatis Zoologicae Bohemicae, 59: 145～163

Farkac J, Sciaky R. 1998. Seven new species and new records of Leistus from Sichuan (Coleoptera: Carabidae: Nebriini). Acta Societatis Zoologicae Bohemicae, 62: 89～100

Frölich J A. 1799. Einige neue Gattungen und Arten von Kfern. Naturforscher, 28: 1～65

Jedlicka A. 1967. Neue Carabiden aus Nepal (Coleoptera). Ergebnisse des Forschung unternehmens Nepals Himalaya. Khumbu Himalaya, 2: 98～107

Kavanaugh D H. 1979. Studies on the Nebriini (Coleoptera: Carabidae), III. New Nearctic Nebria species and subspecies, nomenclatural notes, and lectotype designations. Proceedings of the California Academy of Sciences, 42: 87～133

Morvan P. 1991. Diagnose préliminaire de deux nouveaux Leistus du Népal (Col. Carabidae). Bulletin de la Société entomologique de France, 96: 40

Perrault G G. 1980. Le genre Leistus (Froehlig) (Col. Carabidae) II. Division en sous-genres. Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon, 49: 456～646

Perrault G G. 1985a. Le genre Leistus (Froehlig) (Coleoptera-Carabidae-Nebriini) VI. Le sous-genre Evanoleistus Jedlicka (1). Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon, 54: 13～24

Perrault G G. 1985b. Le genre Leistus (Froehlig) (Coleoptera-Carabidae-Nebriini) VII. Le sous-genre Evanoleistus Jedlicka (2): le groupe L. nepalensis Jedlicka. Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon, 54: 36～51

Perrault G G. 1990. Le genre Leistus Froehlig XIV. Supplément á la faune d el'Himalaya (Coleoptera, Carabidae).

Nouvelle Revue d'Entomologie (Nouvelle Série), 7: 99～104

Perrault G G. 1991. Le genre Leistus (Froehlig) (Coleoptera-Carabidae-Nebriini) XII. Lesous-genre Neoleistus Erwin: le groupe de L. niger Gebler. Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon, 60: 14～19

Perrault G G. 1994. Le genre Leistus Froehlig (Coleoptera Carabidae). XVII. Les Leistus de l'intérieur de la Chine (Tschitschérine 1903). Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon, 63: 165～172

Sciaky R. 1994. Seven new species of Leistus from China (Coleoptera: Carabidae: Nebriinae). Acta Societatis Zoologicae Bohemicae, 57: 203～210

Sciaky R. 1995. Four new species of Leistus from China. Fragmenta Entomologica, 26: 293～303

Three New Species of Genus *Leistus* Frölich (Coleoptera: Carabidae: Nebriini) from Gaoligong Mountains of Yunnan Province, China

David H. KAVANAUGH[1] LONG Chun-lin[2]

(1 California Academy of Sciences, San Francisco, CA 94118, USA)

(2 Kunming Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

Abstract Three new species of *Leistus Frölich*, all from southern parts of the Gaoligong Mountains of western Yunnan Province, China, are diagnosed, described and illustrated: *Leistus tanaognathus* n. sp. (type locality=Nankang Yakou, 24°49.9′N 98°46.0′E, 2130m); *Leistus gaoligongensis* n. sp. (type locality=Nankang Yakou, 24°49.9′N 98°46.0′E, 2130m); and *Leistus lihengae* n. sp. (type locality=Luoshuidong, 24°56.9′N 98°45.4′E, 2300m). A preliminary key to the Leistus species known to occur in Yunnan Province is provided.

Key words Gaoligong Mountains, Carabidae, New species, *Leistus tanaognathus*, *L. gaoligongensis*, *L. lihengae*

高黎贡山自然保护区东坡垂直带蚂蚁群落研究*

徐正会　蒋兴成　陈志强　吴定敏

（西南林学院资源学院　昆明　650224）

摘　要　研究了高黎贡山自然保护区东坡北段、中北段、中南段、南段垂直带蚂蚁群落及其物种多样性。高黎贡山自然保护区东坡垂直带上蚂蚁群落具有明显的规律性。随海拔升高蚂蚁群落优势种数目普遍递减，优势种所占比例递增，物种数目和个体密度递减。随海拔升高，优势度指数普遍递增，物种多样性指数和均匀度指数递减。同时观察到了一些例外。在北段云南松林出现的优势度指数偏高，优势种数目、物种多样性指数和均匀度指数偏低例外与植被为纯林有关，而该处物种数目和个体密度偏高例外与边缘效应有关。中南段季风常绿阔叶林出现的优势度指数偏高，优势种数目、个体密度和物种多样性指数偏低与植被片断化有关。中北段和中南段山体上部出现的优势种所占比例和优势度指数偏低、物种多样性指数和均匀度指数偏高情况与植被保持原始林状态有关。在保护区东坡4个地段垂直带上，蚂蚁群落之间的相似性系数几乎均在0.00～0.25，处于极不相似水平。只有中北段东坡旱冬瓜林与季风常绿阔叶林蚂蚁群落相似性系数达到0.25～0.50，即中等相似水平。

关键词　蚂蚁群落，物种多样性，高黎贡山自然保护区，东坡，中国

高黎贡山自然保护区位于云南西部横断山区怒江和龙川江之间，保山、腾冲、泸水三市县交界处，北段西部与缅甸接壤，地理位置在北纬24°56′～26°09′和东经98°34′～98°50′，以生物气候垂直带谱著称。在高黎贡山自然保护区东坡，海拔640～1100m分布着河谷稀树灌木草丛；1100～1800m分布着季风常绿阔叶林，其中北部的局部区域已经被云南松林更替；在1800～2200m，北部分布着半湿润常绿阔叶林，南部分布着中山湿性常绿阔叶林，其中北部的局部区域已经被旱冬瓜林更替；2200～2800m分布着中山湿性常绿阔叶林；2700～2900m分布着华山松林；2700～3100m分布着云南铁杉林和山顶苔藓矮林；2700～3600m分布着寒温性竹林；3100～3600m分布着寒温性灌丛和苍山冷杉林。受人为砍伐和放牧影响，保护区东坡海拔2000m以下植被已经次生化。

蚂蚁是昆虫纲（Insecta），膜翅目（Hymenoptera），蚁科（Formicidae）昆虫的总称，是地球上分布最广泛，数量最多的社会性昆虫，除了地球的两极外陆地上几乎到处都有蚂蚁的踪迹。作为陆地生态系统中的重要成员，蚂蚁能疏松土壤，改善土壤理化性质，促进有机质分解，是食物链中的重要环节。高黎贡山自然保护区丰富的动植物资源，早为世人所瞩目，并为中外学者所关注。但在众多有关高黎贡山的研究报道中，还没有涉及蚂蚁的研究，即使1995年出版的关于高黎贡山的专著《高黎贡山国家自然保

* 本文2001年发表于《林业科学研究》，14(2)：115～124。

护区》一书中也没有记载蚁科昆虫的种类。所以有关高黎贡山蚂蚁群落和生物多样性的研究尚属空白，是迫切需要开展研究的一个领域。

本文报道高黎贡山自然保护区东坡垂直带上蚂蚁群落的结构和特征，以揭示高黎贡山垂直带蚂蚁物种多样性规律。

1 研究方法与样地概况

1.1 取样与调查方法

在高黎贡山自然保护区东坡的北段、中北段、中南段、南段 4 个垂直带上，采用样地调查法，沿山体往上海拔每上升 500m 做一次调查。在确定的海拔高度上选定具有代表性植被的样地，沿山坡由下向上或水平线每隔 8m 取 1 个样方，共 5 个样方，样方大小为 1m×1m。在地面划定样方范围后，先以小刮刀仔细检查地表层蚂蚁个体和蚁巢、采集标本、统计数量并记录。地表层检查完毕后，用小手镐挖掘土壤层，深度 20cm，检查蚁巢及个体、采取样本、统计数量并记录。最后用 2m×2m 的白色幕布平置于样地之上，振动样方上方的灌木及小乔木，检查并采集幕布上的蚂蚁，统计数量并记录（由于设备及条件的限制，暂无法对高大乔木进行调查）。将采集的标本用 75%乙醇溶液保存于玻璃容器内，书写标签，带回实验室进行鉴定分析。其中北段 1000m、1500m、2000m，中北段 1000m，中南段 1000m，南段 1000m、1500m、2000m 调查时间为 1998 年 8 月；北段 2500m、3000m、3200m，南段 2450m 调查时间为 1999 年 4 月；中北段 1500m、2000m、2500m、2800m，中南段 1500m、2000m、2500m 调查时间为 2000 年 3 月。

1.2 标本的制作与鉴定

用 4 号昆虫针固定 1～4 枚 3mm×12mm 的三角纸，用胶水将蚂蚁的中、后足基节间的胸部腹面粘着于三角纸顶端。采用形态分类学方法将标本逐一分类鉴定，尽可能鉴定到种。

1.3 几个主要的群落指标

1.3.1 优势种的确定

各样地中的蚂蚁优势种依据其所占百分比确定：＞10%为优势种，用 A 表示；1%～10%为常见种，用 B 表示；＜1%为稀有种，用 C 表示 。

1.3.2 优势度指数

根据 Simpson 优势度公式计算优势度指数 ，即

$$C = \sum_{i=1}^{s} (P_i)^2 = \sum_{i=1}^{s} (N_i/N)^2$$

式中：N_i 是指第 i 个物种的个体数；N 是 S 个物种的总个体数。

1.3.3 物种多样性指数

根据 Shannon-Wiener 多样性公式计算物种多样性指数，即

$$H = -\sum_{i=1}^{s} P_i \ln P_i \quad (P_i = N_i/N)$$

式中：N_i 是指第 i 个物种的个体数；N 是 S 个物种的总个体数。

1.3.4 均匀度指数

根据 Pielou 均匀度公式计算均匀度指数，即

$$E = H/\ln S$$

式中：H 是 Shannon-Wiener 物种多样性指数；S 是物种数目。

1.3.5 群落相似性系数

根据 Jaccard 相似性公式计算相似性系数，即

$$q = c/(a + b - c)$$

式中：c 为两个群落的共同物种数；a 和 b 分别为群落 A 和群落 B 的物种数。

根据 Jaccard 相似性系数原理，当 q 为 0.00～0.25 时，为极不相似；当 q 为 0.25～0.50时，为中等不相似；当 q 为 0.50～0.75 时，为中等相似；当 q 为 0.75～1.00 时为极相似。

1.4 样地概况

在高黎贡山自然保护区东坡的北段、中北段、中南段、南段 4 个垂直带上合计调查样地 19 块，其自然状况分述于表 1 之中。

表 1 高黎贡山自然保护区蚂蚁群落调查样地状况表

样地编号	地点	海拔/m	坡向	坡度	土壤类型	植被类型	郁闭度	灌木盖度/%	草本盖度/%	地被物盖度/%	地被物厚度/cm
1	泸水县泸水	3200	S	15°	暗棕壤	寒温性竹林+灌丛(原始林)	0.70	99	20	100	3～4
2	泸水县泸水	3000	S	40°	暗棕壤	寒温性灌丛(原始林)	0.95	95	5	70	3～5
3	泸水县泸水	2500	S	40°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林(原始林)	0.90	5	50	98	20
4	泸水县泸水	2000	SE	40°	黄红壤	半湿润常绿阔叶林(次生林)	0.80	30	25	85	3～5
5	泸水县泸水	1500	E	40°	红壤	云南松林(次生林)	0.30	8	60	95	4～6
6	泸水县泸水	1000	SE	40°	褐红壤	河谷稀树灌木草丛(次生林)	0.15	4	80	3	1～2
7	泸水县上江	2800	E	20°	棕壤	寒温性竹林(原始林)	0.40	90	5	100	5～8
8	泸水县上江	2500	SE	35°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林(原始林)	0.80	10	5	95	3～5
9	泸水县上江	2000	SE	35°	棕红壤	旱冬瓜林(次生林)	0.20	30	90	50	2～3
10	泸水县上江	1500	SW	40°	红壤	季风常绿阔叶林(次生林)	0.70	40	35	90	4～5

续表

样地编号	地点	海拔/m	坡向	坡度	土壤类型	植被类型	郁闭度	灌木盖度/%	草本盖度/%	地被物盖度/%	地被物厚度/cm
11	泸水县上江	1000	SE	35°	褐红壤	河谷稀树灌木草丛(次生林)	0.35	4	45	5	1
12	保山市芒宽	2500	E	45°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林(原始林)	0.80	35	45	90	5～10
13	保山市芒宽	2000	SE	40°	棕红壤	半湿润常绿阔叶林(半原始林)	0.80	40	40	90	5～10
14	保山市芒宽	1525	NE	20°	红壤	季风常绿阔叶林(次生林)	0.95	95	5	95	5～8
15	保山市芒宽	1000	S	32°	褐红壤	河谷稀树灌木草丛(次生林)	0.45	95	95	3	1
16	保山市坝湾	2450	W	20°	黄棕壤	竹乔混交林(原始林)	0.85	0.5	15	95	2
17	保山市坝湾	2000	S	40°	黄红壤	中山湿性常绿阔叶林(次生林)	0.95	50	10	98	5～15
18	保山市坝湾	1500	SE	30°	红壤	云南松林(次生林)	0.80	55	55	85	3～5
19	保山市坝湾	1000	SE	38°	褐红壤	河谷稀树灌木草丛(次生林)	0.45	60	80	3	1

2 结果与分析

2.1 高黎贡山自然保护区北段东坡（泸水县泸水）垂直带蚂蚁群落研究

2.1.1 北段东坡垂直带蚂蚁群落优势种比较

在保护区北段东坡垂直带共调查 6 种不同海拔的植被类型：①寒温性竹林＋灌丛（3200m）、②寒温性灌丛（3000m）、③中山湿性常绿阔叶林（2500m）、④半湿润常绿阔叶林（2000m）、⑤云南松林（1500m）、⑥河谷稀树灌木草丛（1000m）。经调查发现蚂蚁 31 属 62 种，分隶于 6 个亚科：猛蚁亚科（Ponerinae）、盲蚁亚科（Aenictinae）、伪切叶蚁亚科（Pseudomyrmecinae）、切叶蚁亚科（Myrmicinae）、臭蚁亚科（Dolichoderinae）、蚁亚科（Formicinae）。这 6 种植被类型蚂蚁群落的优势种见表 2。

表 2 高黎贡山自然保护区北段东坡垂直带蚂蚁群落优势种比较

海拔/m	优势种	百分比/%
3000	窄结蚁 sp. 1 *Stenamma* sp. 1	88.372
	红蚁 sp. 4 *Myrmica* sp. 4	11.628
2500	红蚁 sp. 1 *Myrmica* sp. 1	100.000
2000	拟毛蚁 sp. 2 *Pseudalasius* sp. 2	33.333
	比罗举腹蚁 *Crematogaster biroi* Mayr	25.556
	细纹小家蚁 *Monomorium gracillimum* Smith	19.240
	黄足厚结猛蚁 *Pachycondyla luteipes* (Mayr)	16.140
1500	比罗举腹蚁 *Crematogaster biroi* Mayr	71.176
1000	黑头酸臭蚁 *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius)	26.682
	卡泼林大头蚁 *Pheidole capellini* Emery	20.982
	迈氏小家蚁 *Monomorium mayri* Forel	18.015
	邵氏立毛蚁 *Paratrechina sauteri* Forel	13.988

由表 2 可知，北段东坡垂直带上随着海拔升高，蚂蚁群落优势种数目大体呈现减少趋势，优势种所占比例逐渐升高。山体下部 1000m 处与山体中部 2000m 处优势种数目均为 4 种，但 2000m 处优势种所占比例较高。山体中下部 1500m 处和山体中上部 2500m 处均为单优势种群落，但 2500m 处优势种比例较高。1500m 处表现为单优群落，与该处植被为云南松纯林有关。

2.1.2 北段东坡垂直带蚂蚁群落主要指标分析

北段东坡垂直带上 6 种不同海拔植被类型蚂蚁群落的物种数目、个体总数、密度、优势度指数、多样性指数、均匀度指数见表 3。

表 3 高黎贡山自然保护区北段东坡垂直带蚂蚁群落的几项主要指标

植被类型	海拔/m	物种数(*S*)	个体总数(*N*)	密度(*D*)	优势度指数(*C*)	多样性指数(*H*)	均匀度指数(*E*)
①寒温性竹林＋灌丛	3200	0	0	0.0	—	—	—
②寒温性灌丛	3000	2	43	8.6	0.7810	0.3595	0.5186
③中山湿性常绿阔叶林	2500	1	46	9.2	1.0000	0.0000	—
④半湿润常绿阔叶林	2000	14	1710	342.0	0.2402	1.5960	0.6048
⑤云南松林	1500	41	9617	1923.4	0.5175	1.3294	0.3580
⑥河谷稀树灌木草丛	1000	20	2831	566.2	0.1854	1.9246	0.6424

由表 3 看出，北段东坡垂直带上蚂蚁群落具有以下特点：①物种数目随海拔升高而降低，但在山体中上部 2500m 和山体中下部 1500m 处出现例外；②个体总数和密度随海拔升高而降低，山体下部 1000m 处出现例外；③优势度指数随着海拔升高呈现增加趋势，但在 2500m 和 1500m 处出现例外；④物种多样性指数和均匀度指数随海拔升高呈现降低趋势，但在 2500m 和 1500m 处出现例外。山体中上部 2500m 处出现物种数目、优势度指数、物种多样性指数和均匀度指数的例外可能与调查误差有关。1500m 处物种数出现增高的例外与边缘效应和环境状况有关，一方面山体下部 1000m 处河谷稀树灌木草丛因长期受到人为破坏，植被结构十分简单，致使生活于其中的某些物种向 1500m 处的云南松林转移；另一方面 1500m 处的云南松林虽为纯林，但具有良好的结构，林下草本丰富，加之此处怒江峡谷狭窄，有利于热量的聚集，从而为多数蚂蚁物种提供了栖息条件。而 1500m 处出现的优势度增高、多样性和均匀度降低的例外又与该处为云南松纯林、优势种过分突出有关。

2.1.3 北段东坡垂直带蚂蚁群落相似性分析

北段东坡垂直带上 6 种不同海拔植被类型蚂蚁群落之间的相似性系数见表 4。

由表 4 可知，在山体中部 2000m 及其以下的 3 种植被类型之间蚂蚁群落的相似性系数均为 0.00～0.25，处于极不相似水平，而且随海拔升高而降低。2000m 以上的植被类型之间蚂蚁群落没有任何相似性。

表 4 高黎贡山自然保护区北段东坡垂直带蚂蚁群落相似性系数（q 值）

植被类型	寒温性灌丛	中山湿性常绿阔叶林	半湿润常绿阔叶林	云南松林
中山湿性常绿阔叶林	0.000			
半湿润常绿阔叶林	0.000	0.000		
云南松林	0.000	0.000	0.078	
河谷稀树灌木草丛	0.000	0.000	0.143	0.245

2.2 高黎贡山自然保护区中北段东坡（泸水县上江）垂直带蚂蚁群落研究

2.2.1 中北段东坡垂直带蚂蚁群落优势种比较

在保护区中北段东坡共调查了 5 种不同海拔的植被类型：①寒温性竹林（2800m）、②中山湿性常绿阔叶林（2500m）、③旱冬瓜林（2000m）、④季风常绿阔叶林（1500m）、⑤河谷稀树灌木草丛（1000m）。经调查发现蚂蚁 23 属 32 种，隶属于 4 个亚科：猛蚁亚科（Ponerinae）、切叶蚁亚科（Myrmicinae）、臭蚁亚科（Dolichoderinae）、蚁亚科（Formicinae）。5 种植被类型蚂蚁群落的优势种见表 5。

表 5 高黎贡山中北段东坡垂直带蚂蚁群落优势种比较

海拔/m	优势种	百分比/%
2500	平结蚁 sp. 2 *Prenolepis* sp. 2	50.000
	丽塔红蚁 *Myrmica ritae* Emery	50.000
2000	沃森大头蚁 *Pheidole watsoni* Forel	95.313
1500	亮红大头蚁 *Pheidole fervida* Smith	86.548
1000	黑头酸臭蚁 *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius)	67.057

从表 5 看出，中北段东坡垂直带上山体中部、中下部、下部均为单优势种群落，而且优势种所占比例随海拔升高逐渐增加。只有山体中上部 2500m 处为双优势种群落，这与该处植被为原始林有关，2000m 及其以下均为次生林。

2.2.2 中北段东坡垂直带蚂蚁群落主要指标分析

中北段东坡 5 种不同海拔植被类型蚂蚁群落的物种数目、个体总数、密度、优势度指数、多样性指数和均匀度指数见表 6。

由表 6 可知，中北段东坡垂直带上蚂蚁群落呈现明显的规律性：①物种数目随海拔升高而降低；②个体总数和密度随海拔升高而降低；③优势度指数随海拔升高而增加，但在 2500m 处出现例外；④物种多样性指数和均匀度指数随海拔升高而降低，但在 2500m 处出现例外。山体中上部 2500m 处出现优势度、多样性和均匀度的例外与该处植被为原始林有关（2000m 及其以下均为次生林），原始林的蚂蚁群落保持着较高的多样性和均匀度、较低的优势度。

表 6　高黎贡山自然保护区中北段东坡垂直带蚂蚁群落的几项主要指标

植被类型	海拔 /m	物种数 (S)	个体总数(N)	密度 (D)	优势度指数(C)	多样性指数(H)	均匀度指数(E)
寒温性竹林	2800	0	0	0.0	—	—	—
中山湿性常绿阔叶林	2500	2	2	0.4	0.5000	0.6932	1.0000
旱冬瓜林	2000	3	320	64.0	0.9104	0.2007	0.1827
季风常绿阔叶林	1500	8	394	78.8	0.7538	0.5954	0.2864
河谷稀树灌木草丛	1000	25	5722	1144.4	0.4644	1.3541	0.4207

2.2.3　中北段东坡垂直带蚂蚁群落相似性分析

中北段东坡垂直带上 5 种植被类型蚂蚁群落之间的相似性系数见表 7。

表 7　高黎贡山自然保护区中北段东坡垂直带蚂蚁群落相似性系数（q 值）

植被类型	中山湿性常绿阔叶林	旱冬瓜林	季风常绿阔叶林
旱冬瓜林	0.000		
季风常绿阔叶林	0.000	0.375	
河谷稀树灌木草丛	0.000	0.120	0.100

由表 7 可知，中北段东坡垂直带 5 种植被类型之间，除了海拔 1500m 的季风常绿阔叶林与海拔 2000m 的旱冬瓜林的相似性系数处于 0.25～0.50 为中等不相似外，其余各植被类型之间的相似性系数均在 0.00～0.25，为极不相似水平。其中山体中上部和上部的两种植被类型之间及其与其他植被类型之间没有任何相似性。

2.3　高黎贡山自然保护区中南段东坡（保山市芒宽）垂直带蚂蚁群落研究

2.3.1　中南段东坡垂直带蚂蚁群落优势种比较

在保护区中南段东坡垂直带上共调查了 4 种不同海拔的植被类型：①中山湿性常绿阔叶林（2500m）、②半湿润常绿阔叶林（2000m）、③季风常绿阔叶林（1525m）、④河谷稀树灌木草丛（1000m）。经调查发现蚂蚁 27 属 47 种，分隶于 6 个亚科：猛蚁亚科、行军蚁亚科、伪切叶蚁亚科、切叶蚁亚科、臭蚁亚科、蚁亚科。4 种不同海拔植被类型蚂蚁群落的优势种见表 8。

从表 8 看出，中南段东坡垂直带上蚂蚁群落的优势种数目随着海拔升高而减少，而优势种所占比例随海拔升高而增加，但在 1525m 处出现例外。经分析 1525m 处的例外与该处植被片断化有关，样地所处位置上下均已开垦为耕地，其植被经常受到放牧等人为活动影响，因而表现为单优势种群落。

表 8　高黎贡山自然保护区中南段东坡垂直带蚂蚁群落优势种比较

海拔/m	优势种	百分比/%
2500	丽塔红蚁 *Myrmica ritae* Emery	100.000
2000	维希努行军蚁 *Dorylus vishnui* Wheeler	49.655
	尼特纳大头蚁 *Pheidole nietneri* Emery	36.552
1525	亮红大头蚁 *Pheidole fervida* Smith	77.481
1000	卡泼林大头蚁 *Pheidole capellini* Emery	41.472
	迈氏小家蚁 *Monomorium mayri* Forel	28.822
	污黄拟毛蚁 *Pseudolasius cibdelus* Wu et Wang	13.447

2.3.2　中南段东坡垂直带蚂蚁群落主要指标分析

中南段东坡 4 种不同海拔植被类型蚂蚁群落的物种数目、个体总数、密度、优势度指数、多样性指数和均匀度指数见表 9。

表 9　高黎贡山自然保护区中南段东坡垂直带蚂蚁群落的几项主要指标

植被类型	海拔/m	物种数（*S*）	个体总数（*N*）	密度（*D*）	优势度指数（*C*）	多样性指数（*H*）	均匀度指数（*E*）
中山湿性常绿阔叶林	2500	1	10	2.0	1.0000	0.0000	—
半湿润常绿阔叶林	2000	7	290	58.0	0.3887	1.1350	0.5833
季风常绿阔叶林	1525	13	262	52.4	0.6126	0.9422	0.3673
河谷稀树灌木草丛	1000	31	13802	2760.4	0.2799	1.5978	0.4653

由表 9 可知，中南段东坡垂直带蚂蚁群落具有以下特点：①物种数目随海拔升高而降低；②个体总数和密度随海拔升高而降低，但在海拔 1525m 处出现例外；③优势度指数随海拔升高而增加，在 1525m 处出现例外；④物种多样性指数随海拔升高而降低，在海拔 1525m 处出现例外；⑤均匀度指数缺乏规律性，以山体中部 2000m 处近原始林的半湿润常绿阔叶林均匀度最高。1525m 处出现个体总数、密度、优势度指数、物种多样性指数等的例外，与该处植被片断化有关。

2.3.3　中南段东坡垂直带蚂蚁群落相似性分析

中南段东坡垂直带 4 种不同海拔植被类型蚂蚁群落之间的相似性系数见表 10。

表 10　高黎贡山自然保护区中南段东坡垂直带蚂蚁群落相似性系数（*q* 值）

植被类型	中山湿性常绿阔叶林	半湿润常绿阔叶林	季风常绿阔叶林
半湿润常绿阔叶林	0.000		
季风常绿阔叶林	0.000	0.111	
河谷稀树灌木草丛	0.000	0.086	0.048

由表 10 可知，中南段东坡垂直带上 4 种植被类型蚂蚁群落之间的相似性系数均在 0.00～0.25，处于极不相似水平。

2.4 高黎贡山自然保护区南段东坡（保山市坝湾）垂直带蚂蚁群落研究

2.4.1 南段东坡垂直带蚂蚁群落优势种比较

在保护区南段东坡垂直带上共调查了 4 种不同海拔的植被类型：①竹乔混交林（2450m）、②中山湿性常绿阔叶林（2000m）、③云南松林（1500m）、④河谷稀树灌木草丛（1000m）。经调查发现蚂蚁 35 属 77 种，分隶于 6 个亚科：猛蚁亚科、行军蚁亚科、伪切叶蚁亚科、切叶蚁亚科、臭蚁亚科、蚁亚科。4 种不同海拔植被类型蚂蚁群落的优势种见表 11。

表 11 高黎贡山自然保护区南段东坡垂直带蚂蚁群落优势种比较

海拔/m	优势种	百分比/%
2450	维希努行军蚁 *Dorylus vishnui* Wheeler	89.573
2000	泰勒立毛蚁 *Paratrechina taylori* Forel	59.387
	沃森大头蚁 *Pheidole watsoni* Forel	26.383
1500	比罗举腹蚁 *Crematogaster biroi* Mayr	43.719
	普通拟毛蚁 *Pseudolasius familiaris* (Smith)	17.012
	沃森大头蚁 *Pheidole watsoni* Forel	13.256
	拟毛蚁 sp. 1 *Pseudolasius* sp. 1	11.877
1000	来氏大头蚁 *Pheidole lighti* Wheeler	30.572
	小眼穴臭蚁 *Bothriomyrmex myops* Forel	10.875
	黑头酸臭蚁 *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius)	10.859

从表 11 看出，南段东坡垂直带上蚂蚁群落优势种数目随海拔升高大体呈现递减趋势，优势种所占比例随海拔升高呈现逐渐递增趋势。但在 1500m 处出现优势种最多的例外，可能与该处云南松林中混交有较多的阔叶树种有关。

2.4.2 南段东坡垂直带蚂蚁群落主要指标分析

南段东坡 4 种不同海拔植被类型蚂蚁群落的物种数目、个体总数、密度、优势度指数、多样性指数和均匀度指数见表 12。

由表 12 可知，南段东坡垂直带蚂蚁群落具有明显的规律性：①物种数目随海拔升高而降低；②个体总数和密度随海拔升高而降低，但在 1500m 处出现例外；③优势度指数随海拔升高而增加；④多样性指数和均匀度指数随海拔升高而降低。山体中下部 1500m 处个体总数和密度出现的偏高例外，与该处云南松林中混交有较多阔叶树种有关。

表 12　高黎贡山自然保护区南段东坡垂直带蚂蚁群落的几项主要指标

植被类型	海拔 /m	物种数 (S)	个体总数(N)	密度 (D)	优势度指数(C)	多样性指数(H)	均匀度指数(E)
竹乔混交林	2450	6	796	159.2	0.8069	0.4398	0.2454
中山湿性常绿阔叶林	2000	16	1012	202.4	0.4261	1.2125	0.4373
云南松林	1500	31	9211	1842.2	0.2537	1.8302	0.5330
河谷稀树灌木草丛	1000	40	5940	1188.0	0.1341	2.5526	0.6920

2.4.3　南段东坡垂直带蚂蚁群落相似性分析

南段东坡垂直带上 4 种不同海拔植被类型蚂蚁群落之间的相似性系数见表 13。

表 13　高黎贡山自然保护区南段东坡垂直带蚂蚁群落相似性系数（q 值）

植被类型	竹乔混交林	中山湿性常绿阔叶林	云南松林
中山湿性常绿阔叶林	0.048		
云南松林	0.000	0.119	
河谷稀树灌木草丛	0.000	0.077	0.164

由表 13 看出，南段东坡垂直带上 4 种植被类型蚂蚁群落之间的相似性系数均在 0.00～0.25，处于极不相似水平，而且随海拔升高相邻群落之间的相似性系数递减。

3　主要结论与讨论

3.1　主要结论

高黎贡山是横断山区主要山脉之一，因垂直高差显著，生物气候垂直带明显。在东坡坡面上，从山麓至山顶依次形成了南亚热带、中亚热带、北亚热带、暖温带、中温带、寒温带 6 个气候带。与植物的垂直分布类似，蚂蚁群落也表现出明显的垂直地带性规律。在保护区东坡 4 个地段垂直带上呈现出随海拔升高，蚂蚁群落优势种数目降低，优势种所占比例逐渐递增，物种数目递减，个体总数和密度降低，优势度指数递增，物种多样性指数降低，均匀度指数降低的规律性。但是由于海拔 2000m 以下植被已经普遍次生化，一些地段次生林片断化或进一步演替为次生纯林，从而出现了非规律性的例外。

3.2　蚂蚁群落指标非规律性原因分析

高黎贡山自然保护区东坡垂直带蚂蚁群落主要指标表现出的非规律性基本是由于人类干扰导致的。人类对植被的破坏导致栖息地的改变，栖息地改变促使蚂蚁群落结构发生重要变化。具体表现在两个方面，首先表现为海拔 2000m 以上地段原始林与 2000m 以下地段次生林之间的差异，比如北段和中北段海拔 2500m 及其以上地段出现优势种所占比例降低，中北段中山湿性常绿阔叶林优势度偏低、物种多样性偏高，中北段中山

湿性常绿阔叶林和中南段半湿润常绿阔叶林均匀度指数偏高等情况，均与植被为原始林有关。其次表现为植被一般次生化与深度次生化之间的差异，在东坡海拔 2000m 以下地段植被通常为一般次生化（次生混交林），但在一些局部地段表现为深度次生化（片断化次生混交林或次生纯林），深度次生化导致蚂蚁群落发生更深程度的改变。例如，北段云南松纯林和中南段片断化季风常绿阔叶林出现优势种数目显著减少、优势种所占比例显著增大例外，北段云南松林优势度偏高、物种多样性指数和均匀度指数偏低例外，中南段片断化季风常绿阔叶林出现的个体总数与密度偏低、优势度偏高、物种多样性偏低例外，均与植被的深度次生化有关。

3.3 边缘效应现象

北段云南松林出现的物种数目偏高例外与边缘效应和地形因素造成的热量聚集效应有关。北段和南段云南松林出现的个体总数和密度偏高例外也与边缘效应有关。

3.4 蚂蚁群落相似性的规律性

在保护区东坡 4 个地段垂直带上，蚂蚁群落之间的相似性系数几乎均在 0.00～0.25，处于极不相似水平。只有中北段东坡旱冬瓜林与季风常绿阔叶林蚂蚁群落相似性系数达到 0.25～0.50，即中等相似水平。可见高黎贡山自然保护区垂直带上蚂蚁群落之间差异十分显著。

3.5 对保护区管理的建议

通过对高黎贡山自然保护区东坡垂直带蚂蚁群落的研究，我们认为该保护区的蚂蚁群落与其他动植物群落一样，具有显著的垂直地带性特点。垂直带上不同海拔地段的物种之间差异显著，因而对保护区垂直带上的生物群落实施全面保护显得十分必要。但是目前保护区东坡海拔 2000m 以下的植被已经普遍受到破坏，而且居住于山体中部的居民因经济收入和日常生活没有保障，2000m 以上保护区内的森林还在不断受到蚕食，从而对栖息于山体中下部的生物群落构成严重威胁，一些物种已经灭绝。如何协调乡村发展与自然保护之间的突出矛盾，结合国家退耕还林政策的实施逐步恢复保护区山体中下部植被，已经成为保护区管理工作的核心内容。

主要参考文献

马克平. 1994. 生物群落多样性的测度方法. 见：中国科学院生物多样性委员会编. 生物多样性研究的原理与方法. 北京：中国科学技术出版社. 1～237

唐觉，李参，黄恩友等. 1995. 中国经济昆虫志膜翅目蚁科（一）. 北京：科学出版社. 1～134

王宗英，路有成，王慧芙. 1996. 九华山土壤螨类的生态分布. 生态学报，16(1)：58～60

吴坚，王常禄. 1995. 中国蚂蚁. 北京：中国林业出版社. 1～214

薛纪如. 1995. 高黎贡山国家自然保护区. 北京：中国林业出版社. 1～395

徐正会，曾光，柳太勇等. 1999. 西双版纳地区不同植被亚型蚁科昆虫群落研究. 动物学研究，20(2)：118～125

Bingham C T. 1903. The fauna of British India including Ceylon and Burma. Hymenoptera 2. Ants and Cuckoo-wasps. London：Taylor and Francis. 1～414

Bolton B. 1994. Identification guide to the ant genera of the world. Cambridge：Harvard University Press. 1～222

Holldobler B, Wilson E O. 1990. The ants. Cambridge：The Belknap Press of Harvard University Press. 1～732

Study on the Ant Communities of the Vertical Band on East Slope of the Gaoligong Mountains Nature Reserve

XU Zheng-hui JIANG Xing-cheng CHEN Zhi-qiang WU Ding-min

(Faculty of Resources, Southwest Forestry College, Kunming, 650224, Yunnan, China)

Abstract Ant communities and their species diversity of the vertical band on east slope of the Gaoligong Mountains Nature Reserve are studied at the north, north-middle, middle-south and south sections. The ant communities of the vertical band have obvious regularity on east slope of the nature reserve. Along with the altitude increasing, number of dominant species of ant communities commonly decreases, but percentage of dominant species increases. Number of species and individual density decrease while altitude increasing. Along with altitude increasing, predominant index generally increases, but species diversity index and evenness index decrease. Some exceptions are also observed at the same time. The exceptional high predominant index and extraordinary low dominant species number, species diversity index and evenness index found in the *Pinus yunnanensis* forest at north section are related to the condition of the vegetation being a pure forest, however the extremely high species number and individual density of the forest are due to the marginal effect. The exceptional high predominant index and specially low dominant species number, individual density and species diversity index in the monsoon evergreen broadleaved forest at middle-south section are caused by fragmentation of the vegetation. In contrast, the comparatively lower percentage of dominant species and predominant index, and the relatively higher species diversity index and evenness index in the upper portion of the mountain at middle-north and middle-south sections are related to the vegetation keeping a virgin forest state. Similarity coefficients between ant communities of the vertical band at all the 4 sections on east slope of the nature reserve are almost all in the range of 0.00～0.25 which representing an extremely dissimilar level. Only the similarity coefficient between ant communities of the *Alnus nepalensis* forest and monsoon evergreen broadleaved forest reaches the range of 0.25～0.50 which being a moderate dissimilar level.

Key words Ant community, Species diversity, Gaoligong Mountains Nature Reserve, East slope, China

高黎贡山自然保护区东坡水平带蚂蚁群落研究*

徐正会　吴定敏　陈志强　蒋兴成

（西南林学院资源学院　昆明　650224）

摘　要　除中南段 2500m 等高线外，东坡各水平带的不同位置均有特有种。在 1000m、1500m、2000m、2500m 等高线上，从北到南特有种数目依次递增，但北段 1500m 和 2000m 等高线出现特有种增高例外。在东坡不同海拔等高线上，大多数物种只在 1 个样地中表现为优势种，北段与南段的优势种通常不同。在 1000m 和 2000m 等高线上北段的优势种多于南段，而在 1500m 等高线上南段优势种多于北段，2500m 等高线上不同地段优势种趋于相等。东坡水平带上物种数目和密度表现出普遍规律性。从北到南，1000m 和 2500m 等高线上物种数目和密度依次递增，在 1500m 等高线上物种数目和密度依次递减。在 1000m 等高线上优势度、多样性和均匀度具有明显规律性，从北到南，优势度依次递减，多样性和均匀度依次递增，但在北段出现例外。在 1500m、2000m 和 2500m 等高线上，蚂蚁群落的优势度、多样性和均匀度缺乏规律性，可能与植被的次生化和片断化等因素有关。尽管东坡水平带上同一海拔植被类型相似，但是蚂蚁群落之间差异显著，相似性系数在 0.00～0.50。山体下部 1000m 等高线上蚂蚁群落之间相似性较大，相似性系数在 0.25～0.50。随着海拔增加，同一水平带上群落之间相似性减小。

关键词　蚂蚁，群落，高黎贡山自然保护区，东坡，水平带

高黎贡山自然保护区位于云南西部横断山区怒江和龙川江之间，呈南北走向，地理位置在北纬 24°56′～26°09′和东经 98°34′～98°50′，南北长 135km，东西宽约 9km，总面积为 124 459hm²，以生物气候垂直带谱著称。在保护区东坡，海拔 640～1100m 分布着河谷稀树灌木草丛；1100～1800m 分布着季风常绿阔叶林，其中北部的局部区域已经被云南松林更替；在 1800～2200m，北部分布着半湿润常绿阔叶林，南部分布着中山湿性常绿阔叶林，其中北部的局部区域已经被旱冬瓜林更替；2200～2800m 分布着中山湿性常绿阔叶林；2700～2900m 分布着华山松林；2700～3100m 分布着云南铁杉林和山顶苔藓矮林；2700～3600m 分布着寒温性竹林；3100～3600m 分布着寒温性灌丛和苍山冷杉林（薛纪如等　1995）。受人为砍伐和放牧影响，保护区东坡海拔 2000m 以下植被已经次生化。为了揭示高黎贡山自然保护区蚂蚁群落在南北向水平带上的规律性，本文首次对东坡水平带蚂蚁群落进行研究。

1　研究方法

采用样地调查法，分别于高黎贡山自然保护区东坡北段（泸水县泸水）、中北段（泸水县上江）、中南段（保山市芒宽）、南段（保山市坝湾）进行取样，调查了 1000m、

＊ 本文 2001 年发表于《林业科学研究》，14(6)：603～609。

1500m、2000m、2500m 等高线的蚂蚁群落。上江距离泸水 36km，芒宽距离上江 27km，坝湾距离芒宽 72 km。调查样地 16 块，其自然状况分述于表 1 之中。选定代表性植被的样地，每隔 8m（约 10 步）由下向上或水平线取 5 个样方，样方大小 1m×1m。在地面划定样方范围后，先以小刮刀仔细检查地表层蚂蚁个体和蚁巢、采集标本、统计数量并记录。地表层检查完毕后，用小手镐挖掘土壤层，深度 20cm，检查蚁巢及个体、采取样本、统计数量并记录。最后用 2m×2m 的白色幕布平置于样地之上，振动样方上方的灌木及小乔木，检查并采集幕布上的蚂蚁，统计数量并记录（由于设备及条件的限制，暂无法对高大乔木进行调查）。将采集的标本用 75%乙醇溶液保存于玻璃容器内，书写标签，带回实验室进行鉴定分析（徐正会等 1999）。采用形态分类学方法将标本逐一分类，鉴定到种（Bingham 1903，Bolton 1994，吴坚等 1995，唐觉等 1995）。

表 1　东坡水平带蚂蚁群落研究样地状况表

样地编号	地点	海拔/m	坡向	坡度	土壤类型	植被类型	郁闭度	灌木盖度/%	草本盖度/%	地被物盖度/%	地被物厚度/cm
1	泸水县泸水	2500	S	40°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林(原始林)	0.90	5	50	98	20
2	泸水县泸水	2000	SE	40°	黄红壤	半湿润常绿阔叶林(次生林)	0.80	30	25	85	3～5
3	泸水县泸水	1500	E	40°	红壤	云南松林(次生林)	0.30	8	60	95	4～6
4	泸水县泸水	1000	SE	40°	褐红壤	河谷稀树灌木草丛(次生林)	0.15	4	80	3	1～2
5	泸水县上江	2500	SE	35°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林(原始林)	0.80	10	5	95	3～5
6	泸水县上江	2000	SE	35°	黄红壤	旱冬瓜林(次生林)	0.20	30	90	50	2～3
7	泸水县上江	1500	SW	40°	红壤	季风常绿阔叶林(次生林)	0.70	40	35	90	4～5
8	泸水县上江	1000	SE	35°	褐红壤	河谷稀树灌木草丛(次生林)	0.35	4	45	5	1
9	保山市芒宽	2500	E	45°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林(原始林)	0.80	35	45	90	5～10
10	保山市芒宽	2000	SE	40°	黄红壤	半湿润常绿阔叶林(半原始林)	0.80	40	40	90	5～10
11	保山市芒宽	1525	NE	20°	红壤	季风常绿阔叶林(次生林)	0.95	95	5	95	5～8
12	保山市芒宽	1000	S	32°	褐红壤	河谷稀树灌木草丛(次生林)	0.45	95	95	3	1
13	保山市坝湾	2450	W	20°	黄棕壤	竹乔混交林(原始林)	0.85	0.5	15	95	2
14	保山市坝湾	2000	S	40°	黄红壤	中山湿性常绿阔叶林(次生林)	0.95	50	10	98	5～15
15	保山市坝湾	1500	SE	30°	红壤	云南松林(次生林)	0.80	55	55	85	3～5
16	保山市坝湾	1000	SE	38°	褐红壤	河谷稀树灌木草丛(次生林)	0.45	60	80	3	1

2　几个重要的群落指标

2.1　特有种的确定

本研究将同一水平带上只在某一地段蚂蚁群落中出现的物种定义为特有种。

2.2　优势种的确定

各样地中的蚂蚁优势种依据其所占百分比确定：＞10％为优势种，用 A 表示；1％～10％为常见种，用 B 表示；＜1％为稀有种，用 C 表示（王宗英等　1996，徐正会等　1999）。

2.3　优势度指数

根据 Simpson 优势度公式计算优势度指数（马克平等　1994，王宗英等　1996，徐正会等　1999），即

$$C = \sum_{i=1}^{s}(P_i)^2 = \sum_{i=1}^{s}(N_i/N)^2$$

式中：N_i 是指第 i 个物种的个体数；N 是 S 个物种的总个体数。

2.4　物种多样性指数

根据 Shannon-Wiener 多样性公式计算物种多样性指数，即

$$H = -\sum_{i=1}^{s} P_i \ln P_i \quad (P_i = N_i/N)$$

式中：N_i 是指第 i 个物种的个体数；N 是 S 个物种的总个体数。

2.5　均匀度指数

根据 Pielou 均匀度公式计算均匀度指数，即

$$E = H/\ln S$$

式中：H 是 Shannon-Wiener 物种多样性指数；S 是物种数目。

2.6　群落相似性系数

根据 Jaccard 相似性公式计算相似性系数（马克平　1994，王宗英等　1996，徐正会等　1999），即

$$q = c/(a + b - c)$$

式中：c 为两个群落的共同物种数；a 和 b 分别为群落 A 和群落 B 的物种数。

根据 Jaccard 相似性系数原理，当 q 为 0.00～0.25 时，为极不相似；当 q 为 0.25～0.50时，为中等不相似；当 q 为 0.50～0.75 时，为中等相似；当 q 为 0.75～1.00 时为极相似。

3　东坡水平带蚂蚁群落特有种比较

东坡 1000m、1500m、2000m、2500m 水平带上不同地段蚂蚁群落的特有种数量见表 2。

表 2　东坡水平带蚂蚁群落特有种数量比较

海拔/m	北段	中北段	中南段	南段
1000	1	4	6	8
1500	26	1	8	16
2000	8	1	4	10
2500	1	1	0	5

从表 2 看出，在 1000m 等高线上，从北向南特有种数量依次递增；1500m 等高线上北段泸水特有种最多（26 种），中北段上江最少（1 种）；2000m 等高线南段坝湾特有种最多（10 种），中北段最少（1 种）；2500m 中南段芒宽没有特有种，南段坝湾特有种最多（5 种）。总体上看，除 2500m 等高线中南段外，各等高线的不同位置均有特有种。在 1000m、1500m、2000m、2500m 等高线上，从北到南特有种数目依次递增，但北段 1500m 和 2000m 等高线出现特有种增高例外。

4　东坡水平带蚂蚁群落优势种比较

东坡 1000m、1500m、2000m、2500m 等高线上不同位置的优势种及百分比见表 3。

表 3　东坡水平带蚂蚁群落优势种及其百分比比较（%）

海拔/m	优势种	泸水 北段	上江 中北段	芒宽 中南段	坝湾 南段
1000	黑头酸臭蚁 *Tapinoma melanocephalum* (Fabricius)	28.682	67.057		10.859
	卡泼林大头蚁 *Pheidole capellini* Emery	20.982		41.472	
	迈氏小家蚁 *Monomorium mayri* Forel	18.015			
	邵氏立毛蚁 *Paratrechina sauteri* Forel	13.988		28.820	
	污黄拟毛蚁 *Pseudolasius cibdelus* Wu et Wang			13.447	
	来氏大头蚁 *Pheidole lighti* Wheeler				30.572
	小眼穴臭蚁 *Bothriomyrmex myops* Forel				10.875
1500	比罗举腹蚁 *Crematogaster biroi* Mayr	71.176			43.719
	亮红大头蚁 *Pheidole fervida* Smith		86.548	77.481	
	沃森大头蚁 *Pheidole watsoni* Forel				13.256
	拟毛蚁 sp. 1　*Pseudolasius* sp. 1				11.877
	普通拟毛蚁 *Pseudolasius familiaris* (Smith)				17.012
2000	拟毛蚁 sp. 2　*Pseudolasius* sp. 2	33.333			
	比罗举腹蚁 *Crematogaster biroi* Mayr	25.556			
	细纹小家蚁 *Monomorium gracillimum* Smith	19.240			
	沃森大头蚁 *Pheidole watsoni* Forel		95.313		26.383
	维希努行军蚁 *Dorylus vishnui* Wheeler			49.655	

续表

海拔/m	优势种	泸水北段	上江中北段	芒宽中南段	坝湾南段
2000	尼特纳大头蚁 *Pheidole nietneri* Emery			36.552	
	泰勒立毛蚁 *Paratrechina taylori* Forel				59.387
2500	红蚁 sp. 1 *Myrmica* sp. 1	100.000			
	平结蚁 sp. 2 *Prenolepis* sp. 2		50.000		
	丽塔红蚁 *Myrmica ritae* Emery		50.000	100.000	
	维希努行军蚁 *Dorylus vishnui* Wheeler				89.573

从表 3 可知，1000m 等高线不同样地的优势种不尽相同。其中分布于 3 块样地的优势种只有黑头酸臭蚁；分布于 2 块样地的优势种有卡波林大头蚁和邵氏立毛蚁；其余只在 1 个样地中表现为优势种。5 块样地中北段泸水优势种最多（4 种），中北段上江优势种最少（1 种）。从北向南优势种的数目缺乏规律性。1500m 等高线上同时分布于 2 块样地的优势种有比罗举腹蚁、亮红大头蚁，其余只在 1 块样地中表现为优势种。南段坝湾优势种数目最多（4 种），其余 3 块样地均只有 1 种。2000m 等高线上 4 块样的优势种很不相同，其中同时在 2 块样地中表现为优势种的只有沃森大头蚁，其余只在 1 个样地中表现为优势种。北部泸水优势种最多（3 种），南部的优势种较少。中北段上江的优势种最少，只有 1 种，这与该样地植被为简单的旱冬瓜林有关，在简单的植被中优势种更为突出。2500m 等高线上同时分布于 2 块样地的优势种只有丽塔红蚁，其余只在 1 块样地中表现为优势种。中北段上江样地的优势种最多（2 种），其余均只有 1 种。2500m 等高线上蚂蚁物种已经相当稀少，这些少量的物种通常均为优势种。

总体上看，在东坡不同海拔等高线上，大多数物种只在 1 个样地中表现为优势种，北段与南段的优势种通常不同。在 1000m 和 2000m 等高线上北段的优势种多于南段，而在 1500m 等高线上南段优势种多于北段，2500m 等高线上不同地段优势种趋于相等。

5 东坡水平带蚂蚁群落主要指标比较

东坡不同海拔水平带上蚂蚁群落的主要指标见表 4。

表 4 东坡水平带蚂蚁群落的几项主要指标

海拔/m	样地地点	物种数 (*S*)	个体总数 (*N*)	密度 (*D*)	优势度 (*C*)	多样性 (*H*)	均匀度 (*E*)
1000	泸水县泸水北段	20	2831	566.2	0.1854	1.9246	0.6424
	泸水县上江中北段	25	5722	1144.4	0.4644	1.3541	0.4207
	保山市芒宽中南段	31	13802	2760.4	0.2799	1.5978	0.4653
	保山市坝湾南段	40	5940	1188.0	0.1341	2.5526	0.6920
1500	泸水县泸水北段	41	9617	1923.4	0.5175	1.3294	0.3580
	泸水县上江中北段	31	9211	1842.2	0.2537	1.8302	0.5330

续表

海拔/m	样地地点	物种数 (*S*)	个体总数 (*N*)	密度 (*D*)	优势度 (*C*)	多样性 (*H*)	均匀度 (*E*)
1500	保山市芒宽中南段	8	394	78.8	0.7538	0.5954	0.2864
	保山市坝湾南段	13	262	52.4	0.6126	0.9422	0.3673
2000	泸水县泸水北段	14	1710	342.0	0.2402	1.5960	0.6048
	泸水县上江中北段	3	320	64.0	0.9104	0.2007	0.1827
	保山市芒宽中南段	7	290	58.0	0.3887	1.1350	0.5833
	保山市坝湾南段	16	1012	202.4	0.4261	1.2125	0.4373
2500	泸水县泸水北段	1	46	9.2	1.0000	0.0000	0.0000
	泸水县上江中北段	2	2	0.4	0.5000	0.6932	1.0000
	保山市芒宽中南段	1	10	2.0	1.0000	0.0000	0.0000
	保山市坝湾南段	6	796	159.2	0.8069	0.4398	0.2454

由表 4 可见，1000m 等高线上蚂蚁群落具有明显规律性。①物种数由北向南逐渐增加，北段泸水物种数最少，只有 20 种；而南段坝湾物种数最多，有 40 种。②个体总数和密度没有规律性，中南段芒宽个体总数和密度最大，北段泸水个体总数和密度最小。③优势度指数由北向南呈现逐渐递减趋势，在北段泸水出现例外。优势度最高为中北段上江（0.4644），最低为南段坝湾（0.1341）。④多样性指数从北向南逐渐递增，但在北段泸水出现例外。南段坝湾多样性指数最高（2.5526），中北段上江多样性指数最低（1.3541）。⑤均匀度指数与多样性指数的规律性一致，在北段泸水出现例外。均匀度指数最高为南段坝湾（0.6920），最低为中北段上江（0.4207）。

1500m 等高线上蚂蚁群落具有一定规律性。①物种数表现出明显规律性，从北向南逐渐降低，与 1000m 等高线上的规律刚好相反，但在中南段芒宽出现例外。②个体总数和密度具有明显规律性，从北向南依次降低，最大是北段泸水，最小是南段坝湾。③优势度中南段芒宽最大，中北段上江最小，缺少一致的规律性，但是与植被类型和是否片断化有关。④多样性指数缺乏规律性，但是具有 3 个特点：一是北部高于南部，与物种数目规律相仿；二是中部的季风常绿阔叶林高于北部和南部的云南松林；三是芒宽的植被片断化降低了多样性。⑤均匀度指数具有与多样性相似的特点。

2000m 等高线上蚂蚁群落缺乏规律性，但具有南北高、中部低的特点。①物种数南段坝湾最多有 16 种，中北段上江最少只有 3 种。②个体总数和密度以北段泸水最大，中南段芒宽最小。③优势度指数中部大于北部和南部，以中北段上江最大（0.9104），北段泸水最小（0.2402）。④多样性指数以北段泸水最大（1.5960），中北段上江最小（0.2007）。⑤均匀度指数以北段泸水最大（0.6048），中北段上江最小（0.1827）。总体上看，南部物种数多于北部，而北部多样性指数高于南部，北部的群落具有更高的均匀度。

2500m 等高线上除了物种数目具有一定规律外，其余指数均缺乏规律性。①物种数从北向南呈现逐渐增多趋势，但在中南段芒宽样地出现例外。物种数最多是南段坝湾

(6 种)，最少是北段泸水和中南段芒宽（1 种）。②个体总数和密度具有南部高于北部，南北两端高于中部的特点，南段坝湾最高，中北段上江最低。③均匀度指数缺乏规律性，在北段泸水和中南段芒宽 2 块样地中均达到最大（1.0000），在中北段上江样地最小（0.5000）。④多样性指数缺乏规律性，以中北段上江最大（0.6932），北段泸水和中南段芒宽最小（0.0000）。⑤均匀度指数具有与多样性相同的特点。总体上看，从北向南物种数增加，北部多样性和均匀度较高。

综上所述，东坡水平带上物种数目和密度表现出普遍规律性。从北到南，1000m 和 2500m 等高线上物种数目和密度依次递增，在 1500m 等高线上物种数目和密度依次递减，体现了蚂蚁群落在南北向的差异性。在 1000m 等高线上优势度、多样性和均匀度具有明显规律性，从北到南，优势度依次递减，多样性和均匀度依次递增，但在北段出现例外。在 1500m、2000m 和 2500m 等高线上，蚂蚁群落的优势度、多样性和均匀度缺乏规律性，可能与植被的次生化和片断化等因素有关。

6 东坡水平带蚂蚁群落相似性比较

东坡水平带上不同地段蚂蚁群落之间的相似性系数见表 5。

表 5 东坡水平带蚂蚁群落相似性系数（q 值）

海拔/m	地段	相似性系数（q）		
		泸水北段	上江中北段	芒宽中南段
1000	上江中北段	0.355		
	芒宽中南段	0.448	0.333	
	坝湾南段	0.333	0.250	0.365
	上江中北段	0.059		
1500	芒宽中南段	0.065	0.167	
	坝湾南段	0.220	0.114	0.048
	上江中北段	0.063		
2000	芒宽中南段	0.105	0.111	
	坝湾南段	0.154	0.056	0.095
	上江中北段	0.000		
2500	芒宽中南段	0.000	0.500	
	坝湾南段	0.000	0.143	0.167

由表 5 看出，1000m 等高线块样地蚂蚁群落之间的相似性系数均在 0.25～0.50，处于中等不相似水平。可见在高黎贡山自然保护区东坡 1000m 等高线上蚂蚁群落具有一定的相似性；另一方面，虽然 5 块样地的植被相同，均为河谷稀树灌木草丛，但因为有纬度与地形方面的差异，5 块样地的蚂蚁群落之间仍然存在明显差异。1500m 等高线上 4 块样地蚂蚁群落之间的相似性系数均在 0.00～0.25，处于极不相似水平。可见在东坡 1500m 等高线上蚂蚁群落之间存在明显差异，同时看出泸水与坝湾同为云南松林，

相似性系数最大，说明相同的植被具有更多的共有物种。2000m 等高线上 4 块样地蚂蚁群落之间的相似性系数均在 0.00～0.25，处于极不相似水平，说明 4 块样地的蚂蚁群落之间存在明显差异。2500m 等高线上，上江与芒宽蚂蚁群落之间的相似性系数在 0.25～0.50，达到中等不相似水平；其余样地之间相似性系数均在 0.00～0.25，处于极不相似水平。

总体上看，东坡水平带上同一海拔植被类型相似，但是蚂蚁群落之间差异显著，相似性系数在 0.00～0.50。山体下部 1000m 等高线上蚂蚁群落之间相似性较大，相似性系数在 0.25～0.50，均达到中等不相似水平，随着海拔增加，同一水平带上群落之间相似性减小。相同植被类型之间相似性较大。

7 主要结论与讨论

除 2500m 等高线中南段外，各等高线的不同位置均有特有种。在 1000m、1500m、2000m、2500m 等高线上，从北到南特有种数目依次递增，但北段 1500m 和 2000m 等高线出现特有种增高例外。在东坡不同海拔等高线上，大多数物种只在 1 个样地中表现为优势种，北段与南段的优势种通常不同。在 1000m 和 2000m 等高线上北段的优势种多于南段，而在 1500m 等高线上南段优势种多于北段，2500m 等高线上不同地段优势种趋于相等。东坡水平带上物种数目和密度表现出普遍规律性。从北到南，1000m 和 2500m 等高线上物种数目和密度依次递增，在 1500m 等高线上物种数目和密度依次递减，体现了蚂蚁群落在南北向的差异性。在 1000m 等高线上优势度、多样性和均匀度具有明显规律性，从北到南，优势度依次递减，多样性和均匀度依次递增，但在北段出现例外。在 1500m、2000m 和 2500m 等高线上，蚂蚁群落的优势度、多样性和均匀度缺乏规律性，可能与植被的次生化和片断化等因素有关。尽管东坡水平带上同一海拔植被类型相似，但是蚂蚁群落之间差异显著，相似性系数在 0.00～0.50。山体下部 1000m 等高线上蚂蚁群落之间相似性较大，相似性系数在 0.25～0.50，均达到中等不相似水平，随着海拔增加，同一水平带上群落之间相似性减小。相同植被类型之间相似性较大。

1000m 等高线上中南段芒宽蚂蚁个体总数和密度出现过高例外与样地的乔木郁闭度和灌木盖度有关。在 4 块样地中芒宽的灌木盖度最大，达到 95%，郁闭度为 0.45，总体上看植被状况最好；相反，泸水的乔木郁闭度最小，只有 0.15，灌木盖度也最小，只有 4%。1000m 等高线上蚂蚁群落优势度、多样性和均匀度指数在北段泸水出现例外，可能与该地地形有关。怒江峡谷在泸水段相对狭窄，空气流动性较小，热量更容易积聚。大多数蚂蚁是喜热性昆虫，泸水的高热条件对多数种类而言是有利的。相比之下，沿上江、芒宽、坝湾南下，怒江峡谷逐渐开阔，热量不易聚集，优势种比较突出。

1500m 等高线上中南段芒宽蚂蚁物种数目、多样性指数和均匀度指数出现的偏低例外与其植被的片断化有关。样地位于其中一个片断之中，周围已经开垦为耕地，相比之下其余 3 块样地不存在片断化情况，植被的片断化降低了物种数目。总体上看，北段泸水和南段坝湾植被为云南松林，优势度较高；中北段上江和中南段芒宽植被为季风常绿阔叶林，优势度较低，但是芒宽的植被片断化导致优势度增大。

2000m 等高线上中北段上江样地的原始植被完全消失，次生的旱冬瓜林结构简单，

大大降低了蚂蚁群落的多样性和稳定性，因而出现物种数目、多样性指数和均匀度指数极端偏低，优势度指数偏高的例外。

2500m 等高线上中南段芒宽样地物种数目出现的例外可能与其植被结构特点有关。样地所处地段属于近山顶的岩石裸露区，森林分散于岩石之间，不连续的植被状况降低了物种数目。2500m 等高线上的 4 块样地植被均为原始林，中部的个体总数和密度偏低可能与其调查时间为旱季（3 月下旬）有关。

主要参考文献

马克平. 1994. 生物群落多样性的测度方法. 见：中国科学院生物多样性委员会编. 生物多样性研究的原理与方法. 北京：中国科学技术出版社. 1～237

唐觉，李参，黄恩友等. 1995. 中国经济昆虫志膜翅目蚁科（一）. 北京：科学出版社. 1～134

王宗英，路有成，王慧芙. 1996. 九华山土壤螨类的生态分布. 生态学报，16(1)：58～60

吴坚，王常禄. 1995. 中国蚂蚁. 北京：中国林业出版社. 1～214

徐正会，曾光，柳太勇等. 1999. 西双版纳地区不同植被亚型蚁科昆虫群落研究，动物学研究，20(2)：118～125

薛纪如. 1995. 高黎贡山国家自然保护区. 北京：中国林业出版社. 1～395

Bingham C T. 1903. The fauna of British India including Ceylon and Burma. Hymenoptera 2. Ants and Cuckoowasps. London: Taylor and Francis. 1～414

Bolton B. 1994. Identification guide to the ant genera of the world. Cambridge: Harvard University Press. 1～222

Holldobler B, Wilson, E O. 1990. The ants. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press. 1～732

A Study on the Ant Community of Horizontal Band on the East Slope of the Gaoligong Mountains Nature Reserve

XU Zheng-hui WU Ding-min CHEN Zhi-qiang JIANG Xing-cheng

(Faculty of Resources, Southwest Forestry College, Kunming, 650224, China)

Abstract On the east slope of Gaoligong Mountain each section has its endemic ant species except the middle-south section at 2500m. From north to south, the amount of endemic species increases at 1000m, 1500m, 2000m and 2500m contours, but the north section at 1500m and 2000m has exceptionally high endemic species number. Most species appears as dominant species only in a sample plot at different altitude contour on the east slope, and dominant species of the north section are commonly different from that of the south section. Dominant species numbers of north section are higher than that of south section at 1000m and 2000m contours, in contrast dominant species number of north section is lower than that of south section at 1500m. At 2500m, dominant species numbers of different sections tends to be equal. A common regularity is shown in species number and density at horizontal band on the east slope. From north to south, species number and density increase at 1000m and 2500m contours but decrease at 1500m.

Obvious regularity is also observed in predominant index, species diversity index and evenness index at 1000m contour. From north to south, predominant indices decrease but diversity indices and evenness indices increase with exception at north section. Due to the secondary and fragmentation of vegetation, ant communities have no regularity in predominant index, species diversity index and evenness index at 1500m, 2000m and 2500m contours. Although the east slope with similar vegetation type at same contour, ant communities have distinct difference from one to another and with similarity coefficients range from 0. 00 to 0. 50. At 1000m on the foot of the mountain, similarity coefficients between ant communities are higher and range from 0. 25 to 0. 50. While the altitude increasing, similarity coefficients between ant communities at the same horizontal band decrease.

Key words Ants, Community, Gaoligong Mountains Nature Reserve, East slope, Horizontal band

高黎贡山自然保护区西坡垂直带蚂蚁群落研究*

徐正会　李继乖　付　磊　龙启珍

（西南林学院资源学院　昆明　650224）

摘　要　首次研究了高黎贡山自然保护区西坡垂直带蚂蚁群落及其物种多样性。在北段和中北段随海拔升高优势种数目增加，而在南段随海拔升高优势种数目递减。在北段和中北段随海拔升高优势种所占百分比递减，而在南段随海拔升高优势种所占比例递增。在西坡 4 个地段均呈现随海拔升高物种数目递减的基本规律。西坡 4 个地段均呈现随海拔升高密度递减的基本规律。北段和中北段随海拔升高优势度指数降低，中南段和南段随海拔升高优势度指数增大。北段随海拔升高多样性指数递增，中北段多样性指数缺乏规律性，中南段和南段随海拔升高多样性指数递减。北段、中北段和中南段均呈现随海拔升高均匀度指数递增规律，而南段表现出随海拔升高均匀度指数递减的相反情况。西坡 4 个地段垂直带上，蚂蚁群落之间的相似性系数几乎均在 0.00～0.25，处于极不相似水平，只有一个系数超过此范围。我们认为在原始植被状态下，高黎贡山自然保护区西坡蚂蚁群落的基本规律是随着海拔升高，优势种数目递减，优势种所占比例递增，物种数目递减，密度递减，优势度指数递增，多样性指数递减，均匀度指数递减。山体中部和下部植被的毁坏导致了实际调查中出现的反常情况。

关键词　蚂蚁，群落，物种多样性，高黎贡山自然保护区，西坡，垂直带

高黎贡山自然保护区位于云南西部横断山区怒江和龙川江之间，保山、腾冲、泸水 3 市县交界处，北段西部与缅甸接壤，地理位置在北纬 24°56′～26°09′和东经 98°34′～98°50′，在高黎贡山山脉的中南段海拔约 2000m 以上的山体上部。整个保护区南北长 135km，东西宽约 9km，呈狭长形，总面积为 124 459hm²。高黎贡山具有横断山系的典型特征，高差悬殊，以生物气候垂直带谱著称。从河谷到山顶，形成了景色十分明显的山地植被类型垂直系列。在高黎贡山自然保护区西坡，海拔 1400～1900m 分布着季风常绿阔叶林；在 1900～2200m，北部分布着半湿润常绿阔叶林，南部分布着中山湿性常绿阔叶林，其中北部的局部区域在 1900～2200m 已经被旱冬瓜林或云南松林更替；2200～2800m 分布着中山湿性常绿阔叶林；2700～3100m 分布着云南铁杉林和山顶苔藓矮林；2700～3600m 分布着寒温性竹林；3100～3600m 分布着寒温性灌丛（薛纪如等　1995）。受人为砍伐和放牧影响，保护区西坡海拔 2500m 以下植被已经次生化。

蚂蚁是昆虫纲（Insecta），膜翅目（Hymenoptera），蚁科（Formicidae）昆虫的总称，是地球上分布最广泛，数量最多的社会性昆虫。除了地球的两极外陆地上几乎到处都有蚂蚁的踪迹。在热带地区，蚂蚁的生物量占据昆虫生物量的 1/3～1/2。作为陆地生态系统中的重要成员，蚂蚁能疏松土壤，改善土壤理化性质，促进有机质分解。它们

---

* 本文 2001 年发表于《动物学研究》，22(1)：58～63。

还能清除小型动物尸体等废物，捕食农林害虫，维持生态平衡，是食物链中的重要环节（Holldobler et al. 1990）。高黎贡山自然保护区丰富的动植物资源，早为世人所瞩目，并为中外学者所向往。明崇祯的徐霞客、英国人 Anderson（1868，1875）和 Forrest（1904～1932）、法国人 Sonlie（1895 年前后）和美国人 Rock（1902）等，都曾到过高黎贡山考察和采集标本（薛纪如等 1995）。但在众多有关高黎贡山的研究报道中，还没有涉及蚂蚁，即使 1995 年出版的关于高黎贡山的专著《高黎贡山国家自然保护区》一书中也没有记载蚁科昆虫的种类。所以有关高黎贡山蚂蚁群落和生物多样性的研究尚属空白，是迫切需要开展研究的一个领域。

本文首先报道高黎贡山自然保护区西坡垂直带上蚂蚁群落的结构和特征，以揭示高黎贡山垂直带蚂蚁物种多样性规律。

1 研究方法

1.1 取样与调查方法

在高黎贡山自然保护区北段、中北段、中南段、南段西坡 4 个垂直带上，采用样地调查法，沿山体往上海拔每上升 500m 做一次调查。在确定的海拔高度上选定代表性植被的样地，每隔 8m（约 10 步）由下向上或水平线取 5 个样方，样方大小 1m×1m。在地面划定样方范围后，先以小刮刀仔细检查地表层蚂蚁个体和蚁巢、采集标本、统计数量并记录。地表层检查完毕后，用小手镐挖掘土壤层，深度 20cm，检查蚁巢及个体、采取样本、统计数量并记录。最后用 2m×2m 的白色幕布平置于样地之上，振动样方上方的灌木及小乔木，检查并采集幕布上的蚂蚁，统计数量并记录（由于设备及条件的限制，暂无法对高大乔木进行调查）。将采集的标本用 75%乙醇溶液保存于玻璃容器内，书写标签，带回实验室进行鉴定分析（徐正会等 1999）。

1.2 标本的制作与鉴定

用昆虫针固定 1～4 枚 3mm×12mm 大小的三角纸，用胶水将蚂蚁的中、后足基节间的胸部腹面粘于三角纸顶端。采用形态分类学方法将标本逐一分类鉴定，尽可能鉴定到种。鉴定使用的主要文献有 Bingham（1903）、Bolton（1994）、吴坚等（1995）、唐觉等（1995）等。

1.3 几个重要的群落指标

1.3.1 优势种的确定

各样地中的蚂蚁优势种依据其所占百分比确定：＞10%为优势种，用 A 表示；1%～10%为常见种，用 B 表示；＜1%为稀有种，用 C 表示（王宗英等 1996，徐正会等 1999）。

1.3.2 优势度指数

根据 Simpson 优势度公式计算优势度指数（马克平等 1994，王宗英等 1996，徐正会等 1999），即

$$C = \sum_{i=1}^{s} (P_i)^2 = \sum_{i=1}^{s} (N_i/N)^2$$

式中：N_i 是指第 i 个物种的个体数；N 是 S 个物种的总个体数。

1.3.3 物种多样性指数

根据 Shannon-Wiener 多样性公式计算物种多样性指数，即

$$H = -\sum_{i=1}^{s} P_i \ln P_i \quad (P_i = N_i/N)$$

式中：N_i 是指第 i 个物种的个体数；N 是 S 个物种的总个体数。

1.3.4 均匀度指数

根据 Pielou 均匀度公式计算均匀度指数，即

$$E = H/\ln S$$

式中：H 是 Shannon-Wiener 物种多样性指数；S 是物种数目。

1.3.5 群落相似性系数

根据 Jaccard 相似性公式计算相似性系数（马克平 1994，王宗英等 1996，徐正会等 1999），即

$$q = c/(a+b-c)$$

式中：c 为两个群落的共同物种数；a 和 b 分别为群落 A 和群落 B 的物种数。

根据 Jaccard 相似性系数原理，当 q 为 0.00～0.25 时，为极不相似；当 q 为0.25～0.50 时，为中等不相似；当 q 为 0.50～0.75 时，为中等相似；当 q 为 0.75～1.00 时为极相似。

2 样地状况概述

在高黎贡山自然保护区北段、中北段、中南段、南段西坡 4 个垂直带上合计调查样地 13 块，其自然状况分述于表 1 之中。

表 1 高黎贡山自然保护区西坡蚂蚁群落研究样地状况表

样地编号	地点	海拔/m	坡向	坡度	土壤类型	植被类型	郁闭度	灌木盖度/%	草本盖度/%	地被物盖度/%	地被物厚度/cm
1	泸水县片马	3200	W	15°	暗棕壤	寒温性竹林+灌丛（原始林）	0.70	99	20	100	3～4
2	泸水县片马	3000	NW	25°	暗棕壤	寒温性竹林（原始林）	0.30	0	1	100	5
3	泸水县片马	2500	NW	45°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.70	60	20	100	15～20
4	泸水县片马	2000	NW	45°	黄壤	半湿润常绿阔叶林（次生林）	0.80	50	10	95	7

续表

样地编号	地点	海拔/m	坡向	坡度	土壤类型	植被类型	郁闭度	灌木盖度/%	草本盖度/%	地被物盖度/%	地被物厚度/cm
5	泸水县片马	1650	NW	40°	黄红壤	季风常绿阔叶林（次生林）	0.60	50	50	95	3～5
6	腾冲县大塘	2500	W	35°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.70	70	5	95	10～15
7	腾冲县大塘	2000	W	38°	黄壤	半湿润常绿阔叶林（半原始林）	0.50	20	10	50	3～4
8	腾冲县大塘	1750	NW	25°	黄红壤	季风常绿阔叶林（次生林）	0.85	80	20	90	5～6
9	腾冲县界头	2500	NW	25°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.80	30	20	100	5
10	腾冲县界头	2000	W	25°	黄壤	次生灌丛（次生林）	0.30	40	20	90	3～4
11	腾冲县上营	2450	W	20°	黄棕壤	竹乔混交林（半原始林）	0.85	0.5	15	95	2
12	腾冲县上营	2000	W	33°	黄壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.80	20	5	98	5～15
13	腾冲县上营	1500	W	33°	黄红壤	季风常绿阔叶林（次生林）	0.40	50	50	80	3～5

3 高黎贡山自然保护区西坡垂直带蚂蚁群落优势种比较

在高黎贡山自然保护区西坡北段（泸水县片马）垂直带共调查5种不同海拔的植被类型：①寒温性竹林+灌丛（海拔3200m）、②寒温性竹林（海拔3000m）、③中山湿性常绿阔叶林（海拔2500m）、④半湿润常绿阔叶林（海拔2000m）、⑤季风常绿阔叶林（海拔1650m）。在中北段西坡（腾冲县大塘）共调查了3种不同海拔的植被类型：①中山湿性常绿阔叶林（2500m）、②半湿润常绿阔叶林（2000m）、③季风常绿阔叶林（1750m）。在中南段西坡（腾冲县界头）调查了两种不同海拔的植被类型：①中山湿性常绿阔叶林（海拔2500m）、②次生灌丛（海拔2000m）。在高黎贡山自然保护区南段西坡（腾冲县上营）垂直带共调查3种不同海拔的植被类型：①竹乔混交林（2450m）、②中山湿性常绿阔叶林（2000m）、③季风常绿阔叶林（1500m）。西坡北段、中北段、中南段、南段不同海拔高度及植被类型蚂蚁群落的优势种见表2。

表2 高黎贡山自然保护区西坡垂直带蚂蚁群落优势种比较

位置	海拔/m	优势种	百分比/%
北段	2500	细胸蚁 sp. 1 *Leptothorax* sp. 1	55.319
		窄结蚁 sp. 1 *Stenamma* sp. 1	27.660
	2000	立毛蚁 sp. 1 *Paratrechina* sp. 1	70.256
	1650	凹缘毛蚁 *Lasius emarginatus* (Olivier)	91.210

续表

位置	海拔/m	优势种	百分比/%
中北段	2500	窄结蚁 sp. 1 *Stenamma* sp. 1	33.333
		条纹切叶蚁 *Myrmecina striata* Emery	33.333
		拉帕铺道蚁 *Tetramorium laparum* Bolton	22.222
		丽塔红蚁 *Myrmica ritae* Emery	11.111
	2000	印度立毛蚁 *Paratrechina indica* Mayr	41.481
		高黎贡蚁 sp. 1 *Gaoligongidris* sp. 1	23.706
		泰勒立毛蚁 *Paratrechina taylori* Forel	14.815
	1750	黄足厚结猛蚁 *Pachycondyla luteipes* (Mayr)	85.877
中南段	2500	平结蚁 sp. 1 *Prenolepis* sp. 1	40.345
		康斯坦斯大头蚁 *Pheidole constanciae* Forel	37.217
		丽塔红蚁 *Myrmica ritae* Emery	22.250
	2000	沃森大头蚁 *Pheidole watsoni* Forel	49.678
		泰勒立毛蚁 *Paratrechina taylori* Forel	22.026
		凹结蚁 sp. 1 *Formica* sp. 1	10.825
南段	2450	维希努行军蚁 *Dorylus vishnui* Wheeler	89.573
	2000	维希努行军蚁 *Dorylus vishnui* Wheeler	72.195
		印度立毛蚁 *Paratrechina indica* Mayr	26.341
	1500	泰勒立毛蚁 *Paratrechina taylori* Forel	50.566
		普通拟毛蚁 *Pseudolasius familiaris* (Smith)	26.148

由表 2 可知，北段西坡垂直带大体呈现随着海拔升高优势种数目增加，优势种所占比例减小的趋势。中北段西坡垂直带随海拔升高，蚂蚁群落优势种数目增加，优势种所占比例减小。中南段西坡垂直带山体中部 2000m 处与山体上部 2500m 处优势种数目均为 3 种，且所占百分比相近。南段西坡垂直带山体下部 1500m 和山体中部 2000m 处优势种数目较多，各有 2 种；山体上部 1450m 处优势种较少，只有 1 种。随着海拔升高，优势种所占百分比增加。

4 高黎贡山自然保护区西坡垂直带蚂蚁群落主要指标分析

高黎贡山自然保护区西坡北段片马、中北段大塘、中南段界头、南段上营不同海拔及植被类型蚂蚁群落的物种数目、个体总数、密度、优势度指数、多样性指数和均匀度指数见表 3。

从表 3 可知，在北段片马 5 种不同海拔植被类型中，蚂蚁群落具有以下特点：①物种数目随着海拔升高其变化缺乏规律性，海拔 2000m 处物种数最多有 12 种，3000m 及其以上未发现蚂蚁；②个体总数和密度随海拔升高而降低；③优势度指数随海拔升高而降低；④物种多样性指数和均匀度指数随海拔升高而增加。海拔 1650m 处出现物种数偏低的例外可能与该处人为干扰和植被受到深度破坏有关。

表 3　高黎贡山自然保护区北段西坡垂直带蚂蚁群落的几项重要指标

位置	植被类型	海拔/m	物种数（S）	个体总数（N）	密度（D）	优势度指数（C）	多样性指数（H）	均匀度指数（E）
北段	寒温性竹林+灌丛	3200	0	0	0.0	—	—	—
	寒温性竹林	3000	0	0	0.0	—	—	—
	中山湿性常绿阔叶林	2500	6	47	9.4	0.3907	1.2092	0.6749
	半湿润常绿阔叶林	2000	12	1170	234.2	0.5105	1.1508	0.4631
	季风常绿阔叶林	1650	8	1479	295.8	0.8367	0.3661	0.1760
中北段	中山湿性常绿阔叶林	2500	4	9	1.8	0.2839	1.3108	0.9455
	半湿润常绿阔叶林	2000	11	135	27.0	0.2577	1.6825	0.7016
	季风常绿阔叶林	1750	8	439	87.8	0.7449	0.5948	0.2861
中南段	中山湿性常绿阔叶林	2500	6	3708	741.6	0.3508	1.0822	0.6040
	次生灌丛	2000	13	1866	373.2	0.3175	1.4620	0.5700
	竹乔混交林	2450	6	796	159.2	0.8069	0.4398	0.2454
南段	中山湿性常绿阔叶林	2000	5	205	41.0	0.5907	0.6633	0.4121
	季风常绿阔叶林	1500	24	4857	971.4	0.3376	1.4545	0.4577

中北段大塘垂直带 3 种不同海拔植被类型中，蚂蚁群落具有以下特点：①物种数目随海拔升高缺乏规律性，海拔 2000m 处物种数最多有 11 种；②个体总数和密度随海拔升高而降低；③优势度指数随海拔升高而降低，但在 2000m 处出现例外；④物种多样性指数缺乏规律性，以山体中部海拔 2000m 处最大（1.6825），山体下部 1750m 处最小（0.5948）；⑤均匀度指数随海拔升高而增加。山体下部物种多样性指数出现最低值与该处植被受到严重破坏及频繁的人畜活动有关。

中南段界头垂直带上蚂蚁群落具有如下规律：①物种数目随海拔升高而降低；②个体总数和密度随海拔升高而增加；③优势度指数随海拔升高而增加；④多样性指数随海拔升高而降低；⑤均匀度指数随海拔升高而增加。个体总数、密度、均匀度等出现的例外与山体中部 2000m 处中山湿性常绿阔叶林被砍伐而更替为次生灌丛有关。

南段上营垂直带上蚂蚁群落具有以下规律性：①物种数目随海拔升高而降低，山体上部 2450m 处出现例外；②个体总数和密度随海拔升高而降低，山体上部 2450m 处出现例外；③优势度指数随着海拔升高而增大；④物种多样性指数和均匀度指数随海拔升高而降低。山体上部 2450m 处出现例外可能与边缘效应有关，该处地处山体顶部，地势较平缓开阔，植被为竹林与小乔木的混合体，多样化的植被为更多物种的生存提供了条件。

5　高黎贡山自然保护区西坡垂直带蚂蚁群落相似性分析

高黎贡山自然保护区西坡北段片马、中北段大塘、中南段界头、南段上营垂直带不同海拔及植被类型蚂蚁群落之间的相似性系数见表 4。

表 4 高黎贡山自然保护区北段西坡垂直带蚂蚁群落相似性系数（q 值）

位置		相似性系数（q）	
北段		中山湿性常绿阔叶林	半湿润常绿阔叶林
	半湿润常绿阔叶林	0.000	
	季风常绿阔叶林	0.000	0.176
中北段		中山湿性常绿阔叶林	半湿润常绿阔叶林
	半湿润常绿阔叶林	0.071	
	季风常绿阔叶林	0.000	0.357
中南段		中山湿性常绿阔叶林	
	次生灌丛	0.000	
南段		竹乔混交林	中山湿性常绿阔叶林
	中山湿性常绿阔叶林	0.222	
	季风常绿阔叶林	0.071	0.000

由表 4 可知，北段片马有蚂蚁分布的 3 种不同海拔植被类型之间，除了季风常绿阔叶林和半湿润常绿阔叶林之间相似性系数在 0.00～0.25，处于极不相似水平外，其余植被类型之间无任何相似性。中北段大塘 3 种不同海拔植被类型蚂蚁群落之间的相似性随着海拔的升高而降低，海拔 1750～2000m 是中等不相似，海拔 2000～2500m 是极不相似，海拔 1750～2500m 无任何相似性。中南段界头 2 种植被类型之间蚂蚁群落无任何相似性。南段上营 3 种植被类型蚂蚁群落之间相似性系数在 0.00～0.25，处于极不相似水平。山体下部 1500m 与山体中部 2000m 之间蚂蚁群落没有任何相似性。随海拔升高，蚂蚁群落之间相似性增加。

6 主要结论与讨论

6.1 蚂蚁群落优势种数目的规律性

在北段片马和中北段大塘随海拔升高优势种数目增加，在中南段界头山体中部与山体中上部优势种数目相等，而在南段上营随海拔升高优势种数目呈现递减趋势。蚂蚁群落的优势种数目缺乏一致的规律性。

6.2 优势种所占比例的规律性

在北段片马和中北段大塘随海拔升高优势种所占百分比递减，在中南段界头山体中部与山体中上部优势种所占比例相近，而在南段上营随海拔升高优势种所占比例呈现递增趋势。蚂蚁群落优势种所占百分比同样缺乏一致的规律性，但是从北向南呈现出与优势种数目相反的情况。

6.3 物种数目的规律性

西坡 4 个地段垂直带上总体呈现出随海拔升高物种数目递减的基本规律，这也是原始植被状态下的基本规律。但在北段片马和中北段大塘出现山体下部物种数目低于山体中部的反常情况。

6.4 个体总数和密度的规律性

西坡 4 个地段垂直带上总体呈现出随海拔升高个体总数和密度递减的规律，基本体现出原始植被状态下的规律性。但在中南段界头出现山体中部个体总数和密度小于山体中上部的反常情况。

6.5 优势度的规律性

北段片马和中北段大塘随海拔升高优势度指数降低，中南段界头和南段上营随海拔升高优势度指数增大。可见随海拔升高优势度指数缺乏一致的规律性。

6.6 物种多样性的规律性

北段片马随海拔升高多样性指数递增，中北段大塘多样性指数缺乏规律，中南段界头和南段上营随海拔升高多样性指数递减。可见西坡 4 个地段垂直带上随海拔升高物种多样性指数缺乏一致的规律性。

6.7 均匀度的规律性

北段片马、中北段大塘和中南段界头均呈现随海拔升高均匀度递增规律，而南段上营表现出随海拔升高均匀度指数递减的相反情况。西坡 4 个地段垂直带上随海拔升高均匀度指数缺乏一致的规律性。

6.8 群落相似性的规律性

对蚂蚁群落相似性研究的结果说明，高黎贡山自然保护区生物气候垂直带谱十分明显，西坡垂直带上蚂蚁群落之间差异显著。

6.9 蚂蚁群落指标非规律性原因分析

高黎贡山山体高大，垂直气候带显著。在西坡坡面上，从山麓向山顶依次形成了北亚热带、暖温带、中温带、寒温带 4 个气候带。在垂直气候带条件下演化出大体相应的植被类型，从山麓向山顶依次为季风常绿阔叶林、半湿润常绿阔叶林、中山湿性常绿阔叶林、寒温性竹林、寒温性灌丛等。从热量条件看，山麓最佳，向山顶依次变差。基于大多数蚂蚁物种属于喜热性动物的基本特点，我们认为在原始植被状态下，高黎贡山自然保护区西坡蚂蚁群落的基本规律是随着海拔升高，优势种数目递减，优势种所占比例递增，物种数目递减，密度递减，优势度指数递增，多样性指数递减，均匀度指数递减。但是目前保护区西坡山体中下部植被的原始状态已经消失，蚂蚁赖以生存的食物和生态环境已经深刻改变。北段片马 3200m、3000m、2500m 处为原始植被，2000m、1650m 处为次生林，而且 1650m 处劣于 2000m 处；中北段大塘 2500m 处为原始林，2000m 处为有砍伐的半原始林，1750m 处为次生林；中南段界头 2500m 处为原始林，2000m 处为次生灌丛；南段上营 2450m 处有放牧活动，为半原始林，2000m 处为原始林，1500m 处为次生林。山体中部和下部植被的毁坏导致了实际调查中出现的非规律性现象。

6.10 对保护区管理的建议

通过对高黎贡山自然保护区西坡垂直带蚂蚁群落的研究，我们认为该保护区的蚂蚁群落与其他动植物群落一样，具有显著的垂直地带性特点，不同垂直带的物种之间差异明显，因而对保护区垂直带上的生物群落实施完整的保护显得十分必要。但是目前保护区西坡海拔 2500m 以下的植被已经受到深度破坏，从而对栖息于山体中下部的生物群落构成严重威胁，一些物种已经灭绝。如何结合退耕还林逐步恢复保护区山体中下部植被，已经成为自然保护和保护区管理工作的核心内容。

主要参考文献

马克平. 1994. 生物群落多样性的测度方法. 见：中国科学院生物多样性委员会编. 生物多样性研究的原理与方法. 北京：中国科学技术出版社. 1～237

唐觉，李参，黄恩友等. 1995. 中国经济昆虫志膜翅目蚁科（一）. 北京：科学出版社. 1～134

王宗英，路有成，王慧芙. 1996. 九华山土壤螨类的生态分布. 生态学报，16(1)：58～64

吴坚，王常禄. 1995. 中国蚂蚁. 北京：中国林业出版社. 1～214

徐正会，曾光，柳太勇等. 1999. 西双版纳地区不同植被亚型蚁科昆虫群落研究. 动物学研究，20(2)：118～125

薛纪如. 1995. 高黎贡山国家自然保护区. 北京：中国林业出版社. 1～395

Bingham C T. 1903. The Fauna of British India including Ceylon and Burma. Hymenoptera 2. Ants and Cuckoo-wasps. London：Taylor and Francis. 1～414

Bolton B. 1994. Identification Guide to the Ant Genera of the World. Cambridge：Harvard University Press. 1～222

Holldobler B, Wilson E O. 1990. The ants. Cambridge：The Belknap Press of Harvard University Press. 1～732

A Study on the Ant Communities of the Vertical Band on West Slope of the Gaoligong Mountains Nature Reserve in Yunnan, China

XU Zheng-hui LI Ji-guai FU Lei LONG Qi-zhen

(Faculty of Resources, Southwest Forestry College, Kunming, 650224, China zhxu@public. km. yn. cn)

Abstract The ant communities and their species diversity of the vertical band on west slope of the Gaoligong Mountains Nature Reserve were studied for the first time. Along with the increasing of altitude, number of dominant species increases at the north and north-middle sections, but decreases at the south section. While the altitude increasing, percentage of dominant species decreases at the north and north-middle sections, but increases at the south section. A basic rule is revealed at all the 4 sections of the west slope that along with the increasing of altitude the species number decreases. Another basic rule is observed at the 4 sections of the west slope that the density of individuals decreases while the altitude increasing. At the north and north-middle sections

the predominant index decreases while altitude increasing, but the index increases at middle-south and south section. Along with the altitude increasing, the species diversity index increases at north section, without regularity at north-middle section, and decreases at middle-south and south sections. At north, north-middle and middle-south section, evenness index increases while altitude increasing, but the index decreases at south section. Similarity coefficient between ant communities of the vertical band on west slope at all the 4 sections is almost all between 0.00～0.25, with only one coefficient surpasses this range. We think the basic rules of the species diversity of ant communities on west slope under the state of virgin vegetation should be that along with the altitude increasing, number of dominant species decreases, percentage of dominant species increases, species number decreases, individual density decreases, predominant index increases, species diversity index decreases, and evenness index decreases. The unusual situation observed in the practical investigation might be caused by the destroying of vegetation on the foot of the mountain and half way up the mountain.

Key words Ants, Community, Species diversity, Gaoligong Mountains Nature Reserve, West slope, Altitudinal zonation

高黎贡山自然保护区西坡水平带蚂蚁群落研究

徐正会　龙启珍　付　磊　李继乖

（西南林学院资源学院　昆明　650224）

摘　要　西坡 1500m、2000m、2500m 等高线上不同位置蚂蚁群落均有特有种。但是从北到南特有种数量缺乏规律性，1500m 等高线上南段特有种数目最多，2000m 和 2500m 等高线上北段特有种最多。南段与北段的优势种不同。1500m 和 2000m 等高线上南段优势种较多且百分比较小，北段优势种较少且百分比较大；2500m 等高线上中北段优势种较多且百分比较小，南段优势种较少且百分比较大。西坡水平带上蚂蚁群落表现出了明显的规律性。物种数在 1500m 等高线南段多于北段，在 2000m 等高线上从北到南依次递减，在中南段次生灌丛出现例外，而 2500m 等高线上不同地段物种数趋于相等。优势度在 1500m 等高线上从北向南依次降低，而在 2000m 和 2500m 等高线上从北向南依次升高，在北段出现例外。多样性和均匀度在 1500m 等高线上从北向南依次升高，而在 2000m 和 2500m 等高线上从北向南依次降低，在北段出现例外。在西坡水平带上，同一等高线不同位置蚂蚁群落之间的相似性系数在 0.00～0.50，处于极不相似至中等不相似水平，说明高黎贡山西坡水平带上从北向南蚂蚁群落存在明显差异。从北向南，1500m 等高线上相邻蚂蚁群落之间的相似性逐渐降低，而 2500m 等高线上相邻蚂蚁群落之间的相似性逐渐升高。

关键词　蚂蚁，群落，高黎贡山自然保护区，西坡，水平带

高黎贡山自然保护区位于云南西部怒江和龙川江之间，呈南北走向，是横断山区的典型山脉。整个保护区南北长 135km，东西宽约 9km，总面积为 124 459hm^2，以生物气候垂直带谱著称。从河谷到山顶，形成了景色十分明显的山地植被类型垂直系列。在保护区西坡，海拔 1400～1900m 分布着季风常绿阔叶林；在1900～2200m，北部分布着半湿润常绿阔叶林，南部分布着中山湿性常绿阔叶林，其中北部的局部区域在1900～2200m 已经被旱冬瓜林或云南松林更替；2200～2800m 分布着中山湿性常绿阔叶林；2700～3100m 分布着云南铁杉林和山顶苔藓矮林；2700～3600m 分布着寒温性竹林；3100～3600m 分布着寒温性灌丛（薛纪如等 1995）。受人为砍伐和放牧影响，保护区西坡海拔 2500m 以下植被已经次生化。为了揭示高黎贡山自然保护区蚂蚁群落在南北向水平带上的规律性，本文首次对西坡水平带蚂蚁群落进行研究。

1　研究方法

采用样地调查法，分别于高黎贡山自然保护区西坡北段（泸水县片马）、中北段（腾冲县大塘）、中南段（腾冲县沙坝）、南段（腾冲县上营）进行取样，调查了 1500m 准等高线、2000m 等高线、2500m 等高线的蚂蚁群落。大塘距离片马 57.6km，沙坝距离大塘 32.3km，上营距离沙坝 51.3km。调查样地 11 块，其自然状况分述于表 1 之中。选定代表性植被的样地，每隔 8m（约 10 步）由下向上或水平线取 5 个样方，样方大小

1m×1m。在地面划定样方范围后，先以小刮刀仔细检查地表层蚂蚁个体和蚁巢、采集标本、统计数量并记录。地表层检查完毕后，用小手镐挖掘土壤层，深度 20cm，检查蚁巢及个体、采取样本、统计数量并记录。最后用 2m×2m 的白色幕布平置于样地之上，振动样方上方的灌木及小乔木，检查并采集幕布上的蚂蚁，统计数量并记录（由于设备及条件的限制，暂无法对高大乔木进行调查）。将采集的标本用 75%乙醇溶液保存于玻璃容器内，书写标签，带回实验室进行鉴定分析（徐正会等 1999）。采用形态分类学方法将标本逐一分类，鉴定到种（Bingham 1903，Bolton 1994，吴坚等 1995，唐觉等 1995）。

表 1　高黎贡山自然保护区西坡蚂蚁群落研究样地状况表

样地编号	地点	海拔/m	坡向	坡度	土壤类型	植被类型	郁闭度	灌木盖度/%	草本盖度/%	地被物盖度/%	地被物厚度/cm
1	泸水县片马	2500	NW	45°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.70	60	20	100	15～20
2	泸水县片马	2000	NW	45°	黄壤	半湿润常绿阔叶林（次生林）	0.80	50	10	95	7
3	泸水县片马	1650	NW	40°	黄红壤	季风常绿阔叶林（次生林）	0.60	50	50	95	3～5
4	腾冲县大塘	2500	W	35°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.70	70	5	95	10～15
5	腾冲县大塘	2000	W	38°	黄壤	半湿润常绿阔叶林（半原始林）	0.50	20	10	50	3～4
6	腾冲县大塘	1750	NW	25°	黄红壤	季风常绿阔叶林（次生林）	0.85	80	20	90	5～6
7	腾冲县界头	2500	NW	25°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.80	30	20	100	5
8	腾冲县界头	2000	W	25°	黄壤	次生灌丛（次生林）	0.30	40	20	90	3～4
9	腾冲县上营	2450	W	20°	黄棕壤	竹乔混交林（半原始林）	0.85	0.5	15	95	2
10	腾冲县上营	2000	W	33°	黄壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.80	20	5	98	5～15
11	腾冲县上营	1500	W	33°	黄红壤	季风常绿阔叶林（次生林）	0.40	50	50	80	3～5

2　几个重要的群落指标

2.1　特有种的确定

本研究将同一水平带上只在某一地段蚂蚁群落中出现的物种定义为特有种。

2.2　优势种的确定

各样地中的蚂蚁优势种依据其所占百分比确定：＞10%为优势种，用 A 表示；1%～10%为常见种，用 B 表示；＜1%为稀有种，用 C 表示（王宗英等 1996，徐正会等 1999）。

2.3 优势度指数

根据 Simpson 优势度公式计算优势度指数（马克平等 1994，王宗英等 1996，徐正会等 1999），即

$$C = -\sum_{i=1}^{s}(P_i)^2 = \sum_{i=1}^{s}(N_i/N)^2$$

式中：N_i 是指第 i 个物种的个体数；N 是 S 个物种的总个体数。

2.4 物种多样性指数

根据 Shannon-Wiener 多样性公式计算物种多样性指数，即

$$H = -\sum_{i=1}^{s} P_i \ln P_i \quad (P_i = N_i/N)$$

式中：N_i 是指第 i 个物种的个体数；N 是 S 个物种的总个体数。

2.5 均匀度指数

根据 Pielou 均匀度公式计算均匀度指数，即

$$E = H/\ln S$$

式中：H 是 Shannon-Wiener 物种多样性指数；S 是物种数目。

2.6 群落相似性系数

根据 Jaccard 相似性公式计算相似性系数（马克平 1994，王宗英等 1996，徐正会等 1999），即

$$q = c/(a + b - c)$$

式中：c 为两个群落的共同物种数；a 和 b 分别为群落 A 和群落 B 的物种数。

根据 Jaccard 相似性系数原理，当 q 为 0.00～0.25 时，为极不相似；当 q 为0.25～0.50 时，为中等不相似；当 q 为 0.50～0.75 时，为中等相似；当 q 为 0.75～1.00 时为极相似。

3 西坡水平带蚂蚁群落特有种比较

西坡 1500m、2000m、2500m 水平带上不同地段蚂蚁群落的特有种数量见表 2。

从表 2 看出，西坡 1500m、2000m、2500m 等高线上不同位置蚂蚁群落均有特有种。但是从北到南特有种数量缺乏规律性，1500m 等高线上南段特有种数目最多，2000m 和 2500m 等高线上北段特有种最多。

表 2 西坡水平带蚂蚁群落特有种数量比较

海拔/m	北段	中北段	中南段	南段
1500	5	4	—	22
2000	6	1	5	3
2500	5	1	2	3

4 西坡水平带蚂蚁群落优势种比较

西坡 1500m、2000m、2500m 等高线北段片马、中北段大塘、中南段沙坝、南段上营蚂蚁群落的优势种及其百分比见表 3。

表 3 西坡水平带蚂蚁群落优势种及其百分比比较

海拔/m	优势种		北段	中北段	中南段	南段
1500	凹缘毛蚁	*Lasius emarginatus* (Olivier)	91.210			
	黄足厚结猛蚁	*Pachycondyla luteipes* (Mayr)		85.877		
	泰勒立毛蚁	*Paratrechina taylori* Forel				50.566
	普通拟毛蚁	*Pseudolasius familiaris* (Smith)				26.148
2000	立毛蚁 sp. 1	*Paratrechina* sp. 1	70.256			
	印度立毛蚁	*Paratrechina indica* Mayr		41.481		26.341
	泰勒立毛蚁	*Paratrechina taylori* Forel		14.815	22.026	
	高黎贡蚁 sp. 1	*Gaoligongidris* sp. 1		23.706		
	沃森大头蚁	*Pheidole watsoni* Forel			49.678	
	凹结蚁 sp. 1	*Formica* sp. 1			10.825	
	维希努行军蚁	*Dorylus vishnui* Wheeler				72.195
2500	窄结蚁 sp. 1	*Stenamma* sp. 1	27.660	33.333		
	细胸蚁 sp. 1	*Leptothorax* sp. 1	55.319			
	条纹切叶蚁	*Myrmecina striata* Emery		33.333	40.345	
	拉帕铺道蚁	*Tetramorium laparum* Bolton		22.222		
	丽塔红蚁	*Myrmica ritae* Emery		11.111	22.250	
	康斯坦斯大头蚁	*Pheidole constanciae* Forel			37.215	
	维希努行军蚁	*Dorylus vishnui* Wheeler				89.573

从表 3 看出，在 1500m 等高线上南段的优势种最多且优势种百分比最小，北段和中北段优势种最少且北段优势种百分比最大；在 2000m 等高线上，中北段和中南段优势种数量最多，北段优势种最少；在 2500m 等高线上，中北段优势种数量最多，南段优势种最少且百分比最大。总体上看，1500m 和 2000m 等高线上南段优势种较多且百分比较小，北段优势种较少且百分比较大；2500m 等高线上中北段优势种较多且百分比较小，南段优势种较少且百分比较大。南段与北段的优势种不同。

5 西坡水平带蚂蚁群落主要指标分析

西坡 1500m、2000m、2500m 等高线上不同地段蚂蚁群落的主要指标见表 4。

表 4　西坡水平带蚂蚁群落的几项主要指标

海拔/m	样地地点	物种数（S）	个体总数（N）	密度（D）	优势度（C）	多样性（H）	均匀度（E）
1650	泸水县片马北段	8	1479	295.8	0.8367	0.3661	0.1760
1750	腾冲县大塘中北段	8	439	87.8	0.7449	0.5948	0.2861
1500	腾冲县上营南段	24	4857	971.4	0.3376	1.4545	0.4577
2000	泸水县片马北段	12	1170	234.2	0.5105	1.1508	0.4631
2000	腾冲县大塘中北段	11	135	27.0	0.2577	1.6825	0.7016
2000	腾冲县沙坝中南段	13	1866	373.2	0.3175	1.4620	0.5700
2000	腾冲县上营南段	5	205	41.0	0.5907	0.6633	0.4121
2500	泸水县片马北段	6	47	9.4	0.3907	1.2092	0.6749
2500	腾冲县大塘中北段	4	9	1.8	0.2839	1.3108	0.9455
2500	腾冲县沙坝中南段	6	3708	741.6	0.3508	1.0822	0.6040
2450	腾冲县上营南段	6	796	159.2	0.8069	0.4398	0.2454

由表 4 可见，西坡 1500m 等高线上从北向南表现出明显的规律性：①物种数南段多于北段；②优势度从北向南依次减低；③多样性和优势度从北向南依次增高。但是密度缺乏规律性，南段最大，中北段最小。

西坡 2000m 等高线上蚂蚁物种多样性各项指标均缺乏一致的规律性。①物种数最多是中南段的沙坝，有 13 种；最少是南段的上营，只有 5 种。②个体总数和密度缺乏规律性，最大是中南段的沙坝，分别为 1866 和 373.2；最少是中北段的大塘，分别是 135 和 27.0。③优势度指数在中北段至南段之间从北向南依次递增，北段片马出现例外。最大是南段上营，达到 0.5907；最小是中北段大塘，为 0.2577。④多样性指数在中北段至南段之间从北到南依次递减，北段片马出现例外。最大是大塘，为 1.6825；最小是上营，只有 0.6633。⑤均匀度指数在中北段至南段之间从北到南依次递减，北段片马出现例外。最大是大塘，为 0.7016；最小是上营，为 0.4121。

西坡 2500m 等高线上蚂蚁物种多样性表现出了明显的规律性，这与该地段森林基本保持原始状态有关。①除大塘外，物种数目均为 6 种。大塘的物种数偏低，与大塘样地的植被状况有关，该样地代表性植被虽为中山湿性常绿阔叶林，但有小乔木和灌木组成的植被占 1/2 多。②个体总数和密度虽然缺乏一致的规律性，但具有北部总数和密度较少，南部总数和密度较多的特点。大塘的个体总数和密度最低，可能与其植被具体状况有关。沙坝的个体总数和密度最大，上营的总数和密度反而降低，可能与该样地位于山体顶部，常年多风、易出现低温有关。③优势度指数基本呈现从北向南逐渐升高的趋势，但在片马出现例外。④多样性指数基本呈现从北向南逐渐降低的趋势，在片马出现例外。⑤均匀度指数基本呈现从北向南逐渐降低的趋势，在片马出现例外。

综上所述，西坡水平带上蚂蚁群落表现出了明显的规律性。物种数在 1500m 等高线南段多于北段，在 2000m 等高线上从北到南依次递减，在中南段次生灌丛出现例外，而 2500m 等高线上不同地段物种数趋于相等。优势度在 1500m 等高线上从北向南依次

降低，而在 2000m 和 2500m 等高线上从北向南依次升高，在北段出现例外。多样性和均匀度在 1500m 等高线上从北向南依次升高，而在 2000m 和 2500m 等高线上从北向南依次降低，在北段出现例外。

6 西坡水平带蚂蚁群落相似性分析

西坡水平带不同地段蚂蚁群落之间的相似性系数见表 5。

表 5 西坡水平带蚂蚁群落相似性系数（q 值）

海拔/m	相似性系数/q			
1500		泸水片马北段	腾冲大塘中北段	
	腾冲大塘中北段	0.1429		
	腾冲上营中南段	0.0323	0.0323	
2000		泸水片马北段	腾冲大塘中北段	腾冲沙坝中南段
	腾冲大塘中北段	0.100		
	腾冲沙坝中南段	0.136	0.263	
	腾冲上营南段	0.063	0.143	0.059
2500		泸水片马北段	腾冲大塘中北段	腾冲沙坝中南段
	腾冲大塘中北段	0.111		
	腾冲沙坝中南段	0.000	0.250	
	腾冲上营南段	0.000	0.111	0.333

由表 5 可见，西坡 1500m 等高线上，蚂蚁群落之间的相似性系数均在 0.00～0.25，处于极不相似水平。从北向南，相邻蚂蚁群落之间的相似性系数有减小趋势。

在西坡 2000m 等高线上，大塘与沙坝之间蚂蚁群落的相似性系数在 0.25～0.50，达到了中等不相似水平；其余样地之间蚂蚁群落的相似性系数均在 0.00～0.25，为极不相似水平。

在西坡 2500m 等高线上，大塘与沙坝之间、沙坝与上营之间相似性系数在 0.25～0.50，处于中等相似水平；其余样地之间蚂蚁群落相似性系数在 0.00～0.25，为极不相似水平。而且从北向南表现出相邻 2 个样地之间相似性系数逐渐增大的趋势。

总体上看，在西坡水平带上，同一等高线不同位置蚂蚁群落之间的相似性系数在 0.00～0.50，处于极不相似至中等不相似水平，说明高黎贡山西坡水平带上从北向南蚂蚁群落存在明显差异。从北向南，1500m 等高线上相邻蚂蚁群落之间的相似性逐渐降低，而 2500m 等高线上相邻蚂蚁群落之间的相似性逐渐升高。

7 主要结论与讨论

西坡 1500m、2000m、2500m 等高线上不同位置蚂蚁群落均有特有种。但是从北到南特有种数量缺乏规律性，1500m 等高线上南段特有种数目最多，2000m 等高线以中段特有种最多，2500m 等高线上北段特有种最多。1500m 和 2000m 等高线上南段优势种较多且百分比较小，北段优势种较少且百分比较大；2500m 等高线上中北段优势种较多且百分比较小，南段优势种较少且百分比较大。南段与北段的优势种不同。西坡水

平带上蚂蚁群落表现出了明显的规律性。物种数在 1500m 等高线南段多于北段，在 2000m 等高线上从北到南依次递减，在中南段次生灌丛出现例外，而 2500m 等高线上不同地段物种数趋于相等。优势度在 1500m 等高线上从北向南依次降低，而在 2000m 和 2500m 等高线上从北向南依次升高，在北段出现例外。多样性和均匀度在 1500m 等高线上从北向南依次升高，而在 2000m 和 2500m 等高线上从北向南依次降低，在北段出现例外。在西坡水平带上，同一等高线不同位置蚂蚁群落之间的相似性系数在0.00～0.50，处于极不相似至中等不相似水平，说明高黎贡山西坡水平带上从北向南蚂蚁群落存在明显差异。从北向南，1500m 等高线上相邻蚂蚁群落之间的相似性逐渐降低，而 2500m 等高线上相邻蚂蚁群落之间的相似性逐渐升高。总体来看，在高黎贡山西坡水平带上，山体上部和山体下部蚂蚁群落具有相反的规律性。

2500m 等高线上优势度、多样性和均匀度表现出的规律性与高黎贡山自然保护区从北向南地势逐渐降低有关。在北部，2500m 等高线上的样地位于上体中上部，加上森林植被的庇护，蚂蚁群落较少受到山顶多风、气温多变因素的影响，因而优势种较不突出；在南部，随着上体海拔逐渐降低，2500m 等高线上的样地逐渐接近山体顶部，蚂蚁群落容易受到山顶多风、气温多变因素的影响，那些最适应的物种得到更好的发展，因而优势种较突出。

西坡 1500m 和 2000m 等高线上蚂蚁物种数目和密度表现出的非规律性，与森林植被普遍受到破坏有关。高黎贡山自然保护区的东坡属于人口密度较高、农业生产较发达地区，长期以来对保护区下部开发、影响较大。据实际调查，高黎贡山自然保护区西坡 2500m 以下地段，基本上为人类耕作、放牧或森林采伐区，该地段森林已经完全失去天然特征，结构不完整。片马为结构较完整的半湿润常绿阔叶次生林，有放牧和采伐活动；大塘为结构不完整的中山湿性常绿阔叶林，有砍伐和放牧活动；沙坝为次生灌丛，森林已经消失，有放牧和耕作活动；上营为结构较完整的原始林，但有放牧活动。不同的干扰形式和不同的次生化程度，导致西坡等高线上蚂蚁物种数目和密度失去了原有的规律性。

2000m 和 2500m 水平带上北段片马在优势度、多样性和均匀度指标上表现出的例外说明高黎贡山西坡北段蚂蚁群落与其他地段存在某种客观差异，该问题有待今后进一步探讨。

主要参考文献

马克平．1994．生物群落多样性的测度方法．见：中国科学院生物多样性委员会编．生物多样性研究的原理与方法．北京：中国科学技术出版社．1～237

唐觉，李参，黄恩友等．1995．中国经济昆虫志膜翅目蚁科（一）．北京：科学出版社．1～134

王宗英，路有成，王慧芙．1996．九华山土壤螨类的生态分布．生态学报，16(1)：58～60

吴坚，王常禄．1995．中国蚂蚁．北京：中国林业出版社．1～214

徐正会，曾光，柳太勇等．1999．西双版纳地区不同植被亚型蚁科昆虫群落研究．动物学研究，20(2)：118～125

薛纪如．1995．高黎贡山国家自然保护区．北京：中国林业出版社．1～395

Bingham C T. 1903. The fauna of British India including Ceylon and Burma. Hymenoptera 2. Ants and Cuckoowasps. London: Taylor and Francis. 1～414

Bolton B. 1994. Identification guide to the ant genera of the world. Cambridge: Harvard University Press. 1～222

Holldobler B, Wilson E O 1990. The ants. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press. 1～732

A Study on the Ant Community of Horizontal Band on the West Slope of the Gaoligong Mountains Nature Reserve

XU Zheng-hui LONG Qi-zhen FU Lei LI Ji-guai

(Faculty of Resources, Southwest Forestry College, Kunming, 650224, China)

Abstract Every ant community has its endemic species with different position at the contour lines 1500m, 2000m, and 2500m on the west slope, but the number of endemic species without regularity from north to south. The south section has the maximum number of endemic species at the 1500m contour, in contrast the north section has the maximum number of endemic species at the 2000m and 2500m contours. Dominant species of the north and south sections are different. At 1500m and 2000m contours, south section has more dominant species with a low percentage, and north section has less dominant species with a high percentage. But at 2500m contour, north-middle section has more dominant species with low percentage, and south section has less dominant species with a high percentage. Ant communities show distinct regularity at horizontal band on the west slope. Species number of south section is higher than the north section at 1500m contour. At the 2000m contour, species number decreases from north to south with exception at secondary shrub of the middle-south section. However, species numbers of different section tend to be equal at 2500m contour. From north to south, predominant indices decrease at 1500m contour, but increase at 2000m and 2500m contours only with exception at the north section. From north to south, species diversity and evenness indices increase at 1500m, but decrease at 2000m and 2500m contours with exception at north section. On the west slope, similarity coefficients between ant communities with different position at the same contour line are 0. 00～0. 50, which appears a extreme dissimilar to median similar level. It means that ant communities of the Gaoligong Mountains Nature Reserve have obvious difference from north to south at horizontal band on the west slope. From north to south, similarity coefficients between the adjacent ant communities decrease at 1500m but increase at 2500m contour.

Key words Ants, Community, Gaoligong Mountains Nature Reserve, West slope, Horizontal band

高黎贡山自然保护区东西坡蚂蚁群落比较研究

徐正会　付　磊　李继乖　龙启珍

（西南林学院资源学院，昆明，650224）

摘　要　高黎贡山自然保护区东西坡蚂蚁群落优势种差异显著，同一海拔高度上东西坡共有的优势种仅3种，而且在东西坡的百分比不同。在北段和南段东坡优势种数目多于西坡，东坡优势种的百分比较小；而在中北段和中南段西坡优势种数目多于东坡，西坡优势种百分比较小。东西坡对应海拔高度上蚂蚁群落主要指标存在明显差异。通常东坡密度大于西坡，但是中南段西坡密度大于东坡。北段和南段东坡物种数目和多样性指数大于西坡，而中北段和中南段西坡物种数目和多样性指数大于东坡。北段和南段西坡优势度大于东坡，而中北段和中南段东坡优势度大于西坡。均匀度通常东坡大于西坡。高黎贡山自然保护区北段、中北段、中南段、南段东西坡对应海拔高度上蚂蚁群落之间存在显著差异，相似性系数均在0.00～0.25，处于极不相似水平。

关键词　蚂蚁，群落，高黎贡山自然保护区，东西坡

高黎贡山自然保护区位于云南西部横断山区怒江和龙川江之间，保山、腾冲、泸水3市县交界处，北段西部与缅甸接壤，地理位置在北纬24°56′～26°09′和东经98°34′～98°50′，在高黎贡山山脉的中南段。整个保护区南北长135km，东西宽约9km，呈狭长形，总面积为124 459hm²。高黎贡山呈南北走向，具有横断山系的典型特征，高差悬殊，以生物气候垂直带谱著称。从河谷到山顶，形成了景色十分明显的山地植被类型垂直系列（薛纪如等　1995）。受人为开垦、砍伐和放牧影响，保护区西坡海拔2500m以下和东坡海拔2000m以下植被已经次生化。为了揭示高黎贡山自然保护区东西坡蚂蚁群落之间的差异，本文首次对东西坡蚂蚁群落进行比较研究。

1　研究方法

采用样地调查法，分别于高黎贡山自然保护区北段（西坡泸水县片马，东坡泸水县泸水）、中北段（西坡腾冲县大塘，东坡泸水县上江）、中南段（西坡腾冲县沙坝，东坡保山市芒宽）、南段（西坡腾冲县上营，东坡保山市坝湾）东西坡对应海拔高度进行取样，调查了1500m、2000m、2500m、3000m等高线的蚂蚁群落。西坡大塘距离片马58km，沙坝距离大塘32km，上营距离沙坝51km。东坡上江距离泸水36km，芒宽距离上江27km，坝湾距离芒宽72km。调查样地22块，其自然状况分述于表1之中。选定代表性植被的样地，每隔8m（约10步）由下向上或水平线取5个样方，样方大小1m×1m。在地面划定样方范围后，先以小刮刀仔细检查地表层蚂蚁个体和蚁巢、采集标本、统计数量并记录。地表层检查完毕后，用小手镐挖掘土壤层，深度20cm，检查蚁巢及个体、采取样本、统计数量并记录。最后用2m×2m的白色幕布平置于样地之

上，振动样方上方的灌木及小乔木，检查并采集幕布上的蚂蚁，统计数量并记录（由于设备及条件的限制，暂无法对高大乔木进行调查）。将采集的标本用75%乙醇溶液保存于玻璃容器内，书写标签，带回实验室进行鉴定分析（徐正会等 1999）。采用形态分类学方法将标本逐一分类，鉴定到种（Bingham 1903，Bolton 1994，Holldobler et al. 1990，吴坚等 1995，唐觉等 1995）。

表1　高黎贡山自然保护区东西坡蚂蚁群落研究样地状况表

样地编号	地点	海拔/m	坡向	坡度	土壤类型	植被类型	郁闭度	灌木盖度/%	草本盖度/%	地被物盖度/%	地被物厚度/cm
1	泸水县片马	3000	NW	25°	暗棕壤	寒温性竹林（原始林）	0.30	0	1	100	5
2	泸水县片马	2500	NW	45°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.70	60	20	100	15～20
3	泸水县片马	2000	NW	45°	黄壤	半湿润常绿阔叶林（次生林）	0.80	50	10	95	7
4	泸水县片马	1650	NW	40°	黄红壤	季风常绿阔叶林（次生林）	0.60	50	50	95	3～5
5	泸水县泸水	3000	S	40°	暗棕壤	寒温性灌丛（原始林）	0.95	95	5	70	3～5
6	泸水县泸水	2500	S	40°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.90	5	50	98	20
7	泸水县泸水	2000	SE	40°	黄红壤	半湿润常绿阔叶林（次生林）	0.80	30	25	85	3～5
8	泸水县泸水	1500	E	40°	红壤	云南松林（次生林）	0.30	8	60	95	4～6
9	腾冲县大塘	2500	W	35°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.70	70	5	95	10～15
10	腾冲县大塘	2000	W	38°	黄壤	半湿润常绿阔叶林（半原始林）	0.50	20	10	50	3～4
11	腾冲县大塘	1750	NW	25°	黄红壤	季风常绿阔叶林（次生林）	0.85	80	20	90	5～6
12	泸水县上江	2500	SE	35°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.80	10	5	95	3～5
13	泸水县上江	2000	SE	35°	黄红壤	旱冬瓜林（次生林）	0.20	30	90	50	2～3
14	泸水县上江	1500	SW	40°	红壤	季风常绿阔叶林（次生林）	0.70	40	35	90	4～5
15	腾冲县沙坝	2500	NW	25°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.80	30	20	100	5
16	腾冲县沙坝	2000	W	25°	黄壤	次生灌丛（次生林）	0.30	40	20	90	3～4
17	保山市芒宽	2500	E	45°	黄棕壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.80	35	45	90	5～10
18	保山市芒宽	2000	SE	40°	黄红壤	半湿润常绿阔叶林（半原始林）	0.80	40	40	90	5～10
19	腾冲县上营	2000	W	33°	黄壤	中山湿性常绿阔叶林（原始林）	0.80	20	5	98	5～15
20	腾冲县上营	1500	W	33°	黄红壤	季风常绿阔叶林（次生林）	0.40	50	50	80	3～5
21	保山市坝湾	2000	S	40°	黄红壤	中山湿性常绿阔叶林（次生林）	0.95	50	10	98	5～15
22	保山市坝湾	1500	SE	30°	红壤	云南松林（次生林）	0.80	55	55	85	3～5

2 几个重要的群落指标

2.1 优势种的确定

各样地中的蚂蚁优势种依据其所占百分比确定：＞10%为优势种，用 A 表示；1%～10%为常见种，用 B 表示；＜1%为稀有种，用 C 表示（王宗英等 1996，徐正会等 1999）。

2.2 优势度指数

根据 Simpson 优势度公式计算优势度指数（马克平等 1994，王宗英等 1996，徐正会等 1999），即

$$C=\sum_{i=1}^{s}(P_i)^2=\sum_{i=1}^{s}(N_i/N)^2$$

式中：N_i 是指第 i 个物种的个体数；N 是 S 个物种的总个体数。

2.3 物种多样性指数

根据 Shannon-Wiener 多样性公式计算物种多样性指数，即

$$H=-\sum_{i=1}^{s}P_i\ln P_i\quad(P_i=N_i/N)$$

式中：N_i 是指第 i 个物种的个体数；N 是 S 个物种的总个体数。

2.4 均匀度指数

根据 Pielou 均匀度公式计算均匀度指数，即

$$E=H/\ln S$$

式中：H 是 Shannon-Wiener 物种多样性指数；S 是物种数目。

2.5 群落相似性系数

根据 Jaccard 相似性公式计算相似性系数（马克平 1994，王宗英等 1996，徐正会等 1999），即

$$q=c/(a+b-c)$$

式中：c 为两个群落的共同物种数；a 和 b 分别为群落 A 和群落 B 的物种数。

根据 Jaccard 相似性系数原理，当 q 为 0.00～0.25 时，为极不相似；当 q 为0.25～0.50 时，为中等不相似；当 q 为 0.50～0.75 时，为中等相似；当 q 为 0.75～1.00 时为极相似。

3 东西坡蚂蚁群落优势种比较

北段、中北段、中南段、南段东西坡不同海拔等高线上蚂蚁群落的优势种及其百分比见表 2。

表 2　东西坡蚂蚁群落优势种及其百分比比较

位置	海拔/m	优势种	西坡	东坡
北段 片马—泸水	3000	红蚁 sp. 4 *Myrmica* sp. 4		11.628
		窄结蚁 sp. 1 *Stenamma* sp. 1		88.372
	2500	窄结蚁 sp. 1 *Stenamma* sp. 1	27.660	
		细胸蚁 sp. 1 *Leptothorax* sp. 1	55.391	
		红蚁 sp. 1 *Myrmica* sp. 1		100.000
	2000	立毛蚁 sp. 1 *Paratrechina* sp. 1	70.256	
		黄足厚结猛蚁 *Pachycondyla luteipes* (Mayr)		16.140
		比罗举腹蚁 *Crematogaster biroi* Mayr		25.556
		拟毛蚁 sp. 2 *Pseudolasius* sp. 2		33.333
		细纹小家蚁 *Monomorium gracillimum* Smith		19.240
	1500	凹缘毛蚁 *Lasius emarginatus* (Olivier)	91.210	
		比罗举腹蚁 *Crematogaster biroi* Mayr		71.176
中北段 大塘—上江	2500	丽塔红蚁 *Myrmica ritae* Emery	11.111	50.000
		条纹切叶蚁 *Myrmecina striata* Emery	33.333	
		窄结蚁 sp. 1 *Stenamma* sp. 1	33.333	
		拉帕铺道蚁 *Tetramorium laparum* Bolton	22.222	
		平结蚁 sp. 2 *Prenolepis* sp. 2		50.000
	2000	印度立毛蚁 *Paratrechina indica* Mayr	41.481	
		泰勒立毛蚁 *Paratrechina taylori* Forel	14.815	
		高黎贡蚁 sp. 1 *Gaoligongidris* sp. 1	23.704	
		沃森大头蚁 *Pheidole watsoni* Forel		95.313
	1500	黄足厚结猛蚁 *Pachycondyla luteipes* (Mayr)	85.877	
		亮红大头蚁 *Pheidole fervida* Smith		86.548
中南段 沙坝—芒宽	2500	丽塔红蚁 *Myrmica ritae* Emery	22.250	100.00
		康斯坦斯大头蚁 *Pheidole constanciae* Forel	37.217	
		平结蚁 sp. 1 *Prenolepis* sp. 1	40.354	
	2000	泰勒立毛蚁 *Paratrechina taylori* Forel	22.026	
		凹结蚁 sp. 1 *Formica* sp. 1	10.825	
		沃森大头蚁 *Pheidole watsoni* Forel	49.678	
		尼特纳大头蚁 *Pheidole nietneri* Emery		36.552
		维希努行军蚁 *Dorylus vishnui* Wheeler		49.655

续表

位置	海拔/m	优势种	西坡	东坡
南段 上营—坝湾	2000	印度立毛蚁 *Paratrechina indica* Mayr	26.341	
		维希努行军蚁 *Dorylus vishnui* Wheeler	72.195	
		泰勒立毛蚁 *Paratrechina taylori* Forel		59.387
		沃森大头蚁 *Pheidole watsoni* Forel		26.383
	1500	普通拟毛蚁 *Pseudolasius familiaris* (Smith)	26.148	17.012
		泰勒立毛蚁 *Paratrechina taylori* Forel	50.566	
		沃森大头蚁 *Pheidole watsoni* Forel		13.256
		比罗举腹蚁 *Crematogaster biroi* Mayr		43.719
		拟毛蚁 sp. 1 *Pseudolasius* sp. 1		11.877

由表 2 可知，高黎贡山自然保护区北段 3000m、2500m、2000m、1500m 等高线上东西坡蚂蚁群落均没有共同的优势种。3000m 等高线上西坡未发现蚂蚁，也无优势种；2500m 等高线上西坡的优势种多于东坡；2000m 等高线上东坡优势种多于西坡；1500m 等高线上东西坡优势种数目相等。中北段东西坡蚂蚁群落的共同优势种只有一种，即丽塔红蚁，而且在东西坡的所占的百分比不同。在 2500m 和 2000m 等高线上西坡的优势种均大于东坡；1500m 等高线上东西坡优势种数目相等。中南段东西坡蚂蚁群落共同的优势种只有一种，即丽塔红蚁，但在东西坡所占百分比不同。无论在 2500m 或 2000m等高线上，西坡的优势种数目均大于东坡。南段东西坡蚂蚁群落共同的优势种只有一种，即普通拟毛蚁，而且在东西坡所占比例不同。在 2000m 等高线上，东西坡的优势种数目相等，均为两种；在 1500m 等高线上，东坡的优势种数目大于西坡。

总体上看，高黎贡山东西坡优势种差异显著，同一海拔高度上东西坡共有的优势种仅 3 种，而且在东西坡的百分比不同。在北段和南段东坡优势种数目多于西坡，东坡优势种的百分比较小；而在中北段和中南段西坡优势种数目多于东坡，西坡优势种百分比较小。

4　东西坡蚂蚁群落主要指标比较

北段、中北段、中南段、南段东西坡蚂蚁群落的几项主要指标见表 3。

由表 3 可知，北段不同海拔东西坡蚂蚁群落具有以下特点：①物种数目东坡大于西坡，但在 2500m 处出现例外；②个体总数和密度东坡大于西坡，只在 2500m 处出现例外；③优势度指数在上体上半部东坡大于西坡，而在上体下半部西坡大于东坡；④多样性指数东坡大于西坡，只在 2500m 处出现例外；⑤均匀度指数东坡大于西坡，在 2500m 处出现例外。总体上看，北段不同等高线上东坡蚂蚁物种多样性的各项指标普遍大于西坡，说明北段东坡的蚂蚁群落具有较高的稳定性。至于 2500m 处出现例外，可能与该处山体两侧均为原始林有关。

表 3　东西坡蚂蚁群落主要指标比较

位置	海拔/m 坡向 SD	3000 W 西坡/E 东坡	2500 W 西坡/E 东坡	2000 W 西坡/E 东坡	1650/1500 W 西坡/E 东坡
北段 NS 片马—泸水	物种数（S）	0/2	6/1	12/14	8/41
	个体数（N）	0/43	47/46	1170/1710	1479/9617
	密度（D）	0/86	9.4/9.2	234.2/342.0	295.8/1923.4
	优势度（C）	—/0.7810	0.3907/1.0000	0.5105/0.2402	0.8367/0.5175
	多样性（H）	—/0.3595	1.2092/0.0000	1.1508/1.5960	0.3661/1.3294
	均匀度（E）	—/0.5186	0.6749/0.0000	0.4631/0.6048	0.1760/0.3580
	海拔/m 坡向 SD	2500 W 西坡/E 东坡	2000 W 西坡/E 东坡	1750/1500 W 西坡/E 东坡	
中北段 NMS 大塘—上江	物种数（S）	4/2	11/3	8/8	
	个体数（N）	9/2	135/320	439/394	
	密度（D）	1.8/0.4	27.0/64.0	87.8/78.8	
	优势度（C）	0.2839/0.5000	0.2577/0.9104	0.7449/0.7538	
	多样性（H）	1.3108/0.6932	1.6825/0.2007	0.5948/0.5954	
	均匀度（E）	0.9455/1.0000	0.7016/0.1827	0.2861/0.2864	
	海拔/m 坡向 SD	2500 W 西坡/E 东坡	2000 W 西坡/E 东坡		
中南段 MSS 沙坝—芒宽	物种数（S）	6/1	13/7		
	个体数（N）	3708/10	1866/290		
	密度（D）	741.6/2.0	373.2/58.0		
	优势度（C）	0.3508/1.0000	0.3175/0.3887		
	多样性（H）	1.0822/0.0000	1.4620/1.1350		
	均匀度（E）	0.6040/0.0000	0.5700/0.5833		
	海拔/m 坡向 SD	2000 W 西坡/E 东坡	1500 W 西坡/E 东坡		
南段 SS 沙坝—坝湾	物种数（S）	5/16	24/31		
	个体数（N）	205/1012	4857/9211		
	密度（D）	41.0/202.4	971.4/1842.2		
	优势度（C）	0.5907/0.4261	0.3376/0.2537		
	多样性（H）	0.6633/1.2125	1.4545/1.8302		
	均匀度（E）	0.4121/0.4373	0.4577/0.5330		

中北段蚂蚁群落物种多样性具有以下特点：①物种数西坡普遍大于东坡，在 1500m 处东西坡物种数相等；②个体总数和密度西坡普遍大于东坡，但在 2000m 处出现例外；③优势度指数东坡等于西坡，在 1500m 的低海拔处东西坡相近；④多样性指数西坡普遍大于东坡，但在 1500m 低海拔处东西坡十分接近；⑤均匀度指数在山体上部和下部东坡稍大于西坡，而在山体中部西坡显著大于东坡。总体上看，中北段不同海拔等高线上西坡蚂蚁物种多样性各项指标普遍大于东坡，其规律性与北段刚好相反。而且在山体

下部东西坡接近。至于2000m处个体总数和密度出现的例外，可能与东坡为简单的旱冬瓜林有关。

中南段蚂蚁群落具有以下特点：①物种数西坡大于东坡；②个体总数和密度西坡大于东坡；③优势度指数东坡大于西坡；④多样性指数西坡大于东坡；⑤均匀度指数在山体上部西坡大于东坡，在山体中部东坡稍大于西坡。总体上看，中南段西坡物种多样性的各项指标普遍大于东坡，其规律性与中北段相同。

南段东西坡蚂蚁群落具有以下特点：①物种数东坡大于西坡；②个体总数和密度东坡大于西坡；③优势度指数西坡大于东坡；④多样性指数东坡大于西坡；⑤均匀度指数东坡大于西坡。总体上看，南段东坡蚂蚁物种多样性的各项指标普遍大于西坡，其规律性与北段一致，而与中北段和中南段相反。

综上所述，在高黎贡山自然保护区北段、中北段、中南段、南段4个地段，东西坡对应海拔高度上蚂蚁群落主要指标存在明显差异。通常东坡密度大于西坡，但是中南段西坡密度大于东坡。北段和南段东坡物种数目和多样性指数大于西坡，而中北段和中南段西坡物种数目和多样性指数大于东坡。北段和南段西坡优势度大于东坡，而中北段和中南段东坡优势度大于西坡。均匀度通常东坡大于西坡。

5 东西坡蚂蚁群落相似性比较

北段、中北段、中南段、南段东西坡蚂蚁群落之间的相似性系数见表4。

表4 东西坡蚂蚁群落相似性系数（q值）

北段		东坡（泸水）			
		3000m	2500m	2000m	1500m
西坡（片马）	3000m	0.000			
	2500m		0.000		
	2000m			0.094	
	1650m				0.021

中北段		东坡（上江）		
		2500m	2000m	1500m
西坡（大塘）	2500m	0.200		
	2000m		0.000	
	1750m			0.067

中南段		东坡（芒宽）	
		2500m	2000m
西坡（沙坝）	2500m	0.167	
	2000m		0.053

南段		东坡（坝湾）	
		2000m	1500m
西坡（上营）	2000m	0.050	
	1500m		0.222

由表 4 可知，北段 4 个海拔高度上东西坡蚂蚁群落之间相似性系数均在 0.00～0.25，处于极不相似水平，而且在 3000m 和 2500m 等高线上相似性系数为 0.000。说明高黎贡山自然保护区北段山体上半部东西坡蚂蚁群落之间差异十分显著，山体下半部具有极低的相似性。中北段东西坡蚂蚁群落之间相似性系数在 0.00～0.25，表现为极不相似。其中山体上部相似性较高，山体中部没有相似性，山体下部相似性较低。中南段东西坡蚂蚁群落之间相似性系数在 0.00～0.25，处于极不相似水平。其中山体上部相似性较高，山体中部相似性较低。南段东西坡蚂蚁群落之间的相似性系数在 0.00～0.25，处于极不相似水平。其中山体上部相似性较低，山体下部相似性较高。

总体上看，高黎贡山自然保护区北段、中北段、中南段、南段东西坡对应海拔高度上蚂蚁群落之间存在显著差异，相似性系数均在 0.00～0.25，处于极不相似水平。

6 主要结论与讨论

通过上述对优势种和群落主要指标的比较分析，得出以下主要结论。高黎贡山东西坡优势种差异显著，同一海拔高度上东西坡共有的优势种仅 3 种，而且在东西坡的百分比不同。在北段和南段东坡优势种数目多于西坡，东坡优势种的百分比较小；而在中北段和中南段西坡优势种数目多于东坡，西坡优势种百分比较小。高黎贡山自然保护区东西坡对应海拔高度上蚂蚁群落主要指标存在明显差异。通常东坡密度大于西坡，但是中南段西坡密度大于东坡。北段和南段东坡物种数目和多样性指数大于西坡，而中北段和中南段西坡物种数目和多样性指数大于东坡。北段和南段西坡优势度大于东坡，而中北段和中南段东坡优势度大于西坡。均匀度通常东坡大于西坡。高黎贡山自然保护区北段、中北段、中南段、南段东西坡对应海拔高度上蚂蚁群落之间存在显著差异，相似性系数均在 0.00～0.25，处于极不相似水平。

高黎贡山自然保护区因距离西南季风印度洋的发源地较近，水气来源充足，降水充沛。在特有的地貌条件和云南独特的大气环流影响下，风向无季节转换，全年盛行西南风，东西坡气候因而差异明显。降水量西坡比东坡丰富，湿度西坡大于东坡，气温东坡略高于西坡（薛纪如等 1995）。从优势种、相似性系数及其他群落指标来看，高黎贡山自然保护区蚂蚁群落在东西坡的差异显著，同一地段对应海拔高度上东西坡共有物种仅占很小的比例。从光照和热量条件来看，东坡优于西坡，基于大多数蚂蚁物种具有喜温热特点，北段和南段东坡优势种数量、物种数目、多样性指数大于西坡属正常状态。至于中北段和中南段东坡优势种数量、物种数目、多样性指数等指标小于西坡，具有一定不正常性，可能与这两个地段东坡取样调查时间在旱季（3 月下旬）有关，有待今后补充完善。在西双版纳的调查表明同一地点雨季的多样性大于旱季（徐正会等 1999）。

主要参考文献

马克平．1994．生物群落多样性的测度方法．见：中国科学院生物多样性委员会编，生物多样性研究的原理与方法．北京：中国科学技术出版社．1～237

唐觉，李参，黄恩友等．1995．中国经济昆虫志膜翅目蚁科（一）．北京：科学出版社．1～134

王宗英，路有成，王慧芙．1996．九华山土壤螨类的生态分布．生态学报，16(1)：58～60

吴坚，王常禄．1995．中国蚂蚁．北京：中国林业出版社．1～214

徐正会，曾光，柳太勇等. 1999. 西双版纳地区不同植被亚型蚁科昆虫群落研究. 动物学研究，20(2)：118～125
薛纪如. 1995. 高黎贡山国家自然保护区. 北京：中国林业出版社. 1～395
Bingham C T. 1903. The fauna of British India including Ceylon and Burma. Hymenoptera 2. Ants and Cuckoowasps. London: Taylor and Francis, 1～414
Bolton B. 1994. Identification guide to the ant genera of the world. Cambridge: Harvard University Press, 1～222
Holldobler B, Wilson, E O. 1990. The ants. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1～732

A Comparative Study on the Ant Communities on the West And East Slopes of the Gaoligong Mountains Nature Reserve

XU Zheng-hui　FU Lei　LI Ji-guai　LONG Qi-zhen

(Faculty of Resources, Southwest Forestry College, Kunming, 650224, China)

Abstract Dominant species of ant communities have distinct difference on the west and east slopes of the Gaoligong Mountains Nature Reserve. Only 3 common dominant species are observed on both west and east slopes with the same altitude, however percentages of the 3 species are different on the two sides of the mountain. Dominant species number of east slope is higher than that of west slope at north and south sections and dominant species with a lower percentage on the east slope. But at north-middle and middle-south sections, dominant species number of west slope is higher than that of east slope and dominant species with a lower percentage on the west slope. The main targets and indices of ant communities differ greatly on west and east slopes with the same altitude. Density of east slope is usually higher than that of west slope but with exception at middle-south section. Species numbers and species diversity indices of east slope are higher than that of west slope at north and south sections, but on the contrary at north-middle and middle-south sections. Predominant indices of west slope are higher than that of east slope at north and south sections, but on the contrary at north-middle and middle-south sections. Evenness indices of east slope are usually higher than that of west slope. Similarity coefficients between ant communities on the west and east slopes with the same altitude are in the range of 0.00～0.25 which representing a extremely dissimilar level at north, north-middle, middle-south and south sections. It means that ant communities have great difference on the west and east slopes of the Gaoligong Mountains Nature Reserve.

Key words Ants, Community, Gaoligong Mountains Nature Reserve, West and east slope, Comparison

高黎贡山自然保护区蚁科昆虫生物多样性研究
（结题报告）

徐正会　杨比伦　胡　刚　于新文　王仁师

（西南林学院资源学院，云南省昆明市，650224）

摘　要　采用样地调查法首次研究了高黎贡山自然保护区西坡垂直带、东坡垂直带、西坡水平带、东坡水平带的蚂蚁群落，对东西坡蚂蚁群落进行了比较研究。探讨了东、西坡垂直带和水平带蚁科昆虫属、种的区系成分替代规律，调查了 6 亚科 50 属 164 种蚂蚁的垂直生态位，分别研究了属和种的生态适应型，剖析了该地区蚂蚁种群的社会结构。应用形态分类方法首次对高黎贡山自然保护区蚁科昆虫进行系统分类研究，鉴定出 8 亚科，50 属，166 种。其中发现新属 1 属（高黎贡蚁属 *Gaoligongidris* gen. nov.），1 个中国新记录属（窄结蚁属 *Stenamma* Westwood）；发现 5 新种（黄色猛蚁 *Ponera xantha* sp. nov.，片马猛蚁 *Ponera pianmana* sp. nov.，坝湾猛蚁 *Ponera bawana* sp. nov.，双齿猛蚁 *Ponera diodonta* sp. nov.，平背高黎贡蚁 *Gaoligongidris planodorsa* sp. nov.），11 个中国新记录种，以及 40 个待定种。

关键词　高黎贡山，自然保护区，蚂蚁，生物多样性

1　高黎贡山自然保护区西坡垂直带蚂蚁群落研究

西坡不同位置垂直带上不同海拔植被类型均有特有种。北段和中北段以山体中部特有种最多，山体上部和下部均减少；中南段和南段以山体下部特有种最多，随海拔升高特有种减少。北段和中北段呈现随着海拔升高优势种数目增加，优势种所占比例减小的规律。南段则呈现相反的规律，即随海拔升高优势种数目减少，优势种所占比例增加。中南段缺少规律性。西坡垂直带蚂蚁群落呈现出 2 个相反的规律：北段和中北段以山体中部物种数最多，山体上部多样性指数大于山体下部，随海拔升高均匀度增加，优势度减少；而在中南段和南段，随海拔升高物种数目、多样性指数和均匀度指数增加，优势度指数减少。从北向南 2 个相反的规律是逐渐过渡的。西坡垂直带上蚂蚁群落之间的相似性极低，只有中北段 1650m 处季风常绿阔叶林和 2000m 处半湿润常绿阔叶林之间达到中等不相似水平。相似性系数也表现出 2 个相反的规律性：随海拔升高北段和中北段垂直带上相邻的 2 个群落间相似性递减；而在南段随海拔升高相邻的 2 个群落间相似性递增。

2　高黎贡山自然保护区东坡垂直带蚂蚁群落研究

除了次生性的旱冬瓜林缺少特有种外，不同位置垂直带上各植被类型均有特有种。其中北段以山体中下部 1500m 云南松林特有种最多，随海拔升高特有种数量减少；中北段、中南段、南段特有种数量均随海拔升高而递减。东坡垂直带上北段和中北段随海

拔升高蚂蚁群落优势种数量缺乏规律性，但山体上部原始林内出现了较多的优势种；中南段和南段随海拔升高蚂蚁优势种数量递减，优势种所占比例递增。植被次生化和栖息地片断化通常导致群落中出现单优势种。在东坡垂直带上，除了北段山体中下部 1500m 云南松林处出现极端例外（物种数量达 41 种），均呈现随着海拔升高物种数目和多样性指数递减的显著规律性。随海拔升高，基本呈现出优势度递增、均匀度递减规律，但是山体上部原始林内通常表现出较高的均匀度，而植被次生化和栖息地片断化通常导致出现较高的优势度。在东坡垂直带上，除了中北段 1500m 季风常绿阔叶林与海拔 2000m 旱冬瓜林蚂蚁群落之间的相似性系数达到中等不相似水平外，其余群落之间相似性系数均在 0.00～0.25 的极不相似水平。在北段和南段，随海拔升高相邻群落之间的相似性系数递减；而在中北段和中南段，以山体中部与中下部相邻群落之间的相似性最大。

3　高黎贡山自然保护区西坡水平带蚂蚁群落研究

西坡 1500m、2000m、2500m 等高线上不同位置蚂蚁群落均有特有种。但是从北到南特有种数量缺乏规律性，1500m 等高线上南段特有种数目最多，2000m 和 2500m 等高线上北段特有种最多。南段与北段的优势种不同。1500m 和 2000m 等高线上南段优势种较多且百分比较小，北段优势种较少且百分比较大；2500m 等高线上中北段优势种较多且百分比较小，南段优势种较少且百分比较大。西坡水平带上蚂蚁群落表现出了明显的规律性。物种数在 1500m 等高线南段多于北段，在 2000m 等高线上从北到南依次递减，在中南段次生灌丛处出现例外，而 2500m 等高线上不同地段物种数趋于相等。优势度在 1500m 等高线上从北向南依次降低，而在 2000m 和 2500m 等高线上从北向南依次升高，在北段出现例外。多样性和均匀度在 1500m 等高线上从北向南依次升高，而在 2000m 和 2500m 等高线上从北向南依次降低，在北段出现例外。在西坡水平带上，同一等高线不同位置蚂蚁群落之间的相似性系数在 0.00～0.50，处于极不相似至中等不相似水平，说明高黎贡山西坡水平带上从北向南蚂蚁群落存在明显差异。从北向南，1500m 等高线上相邻蚂蚁群落之间的相似性逐渐降低，而 2500m 等高线上相邻蚂蚁群落之间的相似性逐渐升高。

4　高黎贡山东坡水平带蚂蚁群落研究

除 2500m 等高线中南段外，各等高线的不同位置均有特有种。在 1000m、1500m、2000m、2500m 等高线上，普遍呈现出南段特有种多于北段的特点，但是 1500m 等高线北段泸水出现特有种极端偏高例外。从北向南东坡水平带上不同位置的优势种差异明显，大多数物种只在 1 个样地中表现为优势种。1000m 和 2000m 等高线上北段优势种最多而中北段优势种最少，1500m 等高线上南段优势种最多，2500m 等高线上则以 2500m 等高线优势种最多。东坡水平带上物种数表现出明显规律性，体现了蚂蚁群落在南北向的差异性。从北向南，1000m 和 2500m 等高线物种数依次递增，而 1500m 等高线物种数依次递减，2000m 等高线缺乏规律性。优势度、多样性和均匀度通常缺乏一致的规律性，仅在 1000m 等高线上表现出多样性从北向南依次递增的特点，说明这些指标与植被性质和结构密切相关。1000m 等高线上以南段坝湾河谷稀树灌木草丛多样性最大（2.5526），1500m 等高线上以中北段上江季风常绿阔叶林多样性最

大(1.8302)、2000m 等高线上以北段泸水半湿润常绿阔叶林多样性最大(1.5960)，2500m 等高线上以中北段上江中山湿性常绿阔叶林多样性最大(0.6932)。东坡水平带上同一海拔植被类型相似，但是蚂蚁群落之间差异显著，相似性系数在 0.00～0.50。山体下部 1000m 等高线上蚂蚁群落之间相似性较大，相似性系数在 0.25～0.50，均达到中等不相似水平，随着海拔增加，同一水平带上群落之间相似性减小。相同植被类型之间相似性较大。

5 高黎贡山自然保护区东西坡蚂蚁群落比较研究

除北段 3000m 西坡外，各地段不同海拔东西坡均有优势种。同一海拔高度上东西坡共有种极少（仅 3 种），说明东西坡优势种差异显著。在北段和南段东坡优势种数目多于西坡，东坡优势种的百分比较小；而在中北段和中南段西坡优势种数目多于东坡，西坡优势种百分比较小。在高黎贡山自然保护区北段、中北段、中南段、南段 4 个地段，东西坡对应海拔高度上蚂蚁群落主要指标存在明显差异。北段和南段东坡物种数目多于西坡，而中北段和中南段西坡物种数目多于东坡。通常东坡密度大于西坡，但是中南段西坡密度大于东坡。北段和南段西坡优势度大于东坡，而中北段和中南段东坡优势度大于西坡。北段和南段多样性东坡大于西坡，而中北段和中南段多样性西坡大于东坡。均匀度通常东坡大于西坡。高黎贡山自然保护区北段、中北段、中南段、南段东西坡对应海拔高度上蚂蚁群落之间存在显著差异，相似性系数均在 0.00～0.25，处于极不相似水平。

6 高黎贡山自然保护区蚁科昆虫区系成分替代规律研究

在垂直带上，属级分类阶元的替代总体上表现为喜炎热的古热带成分（马来西亚界成分）、喜暖热的东洋界成分与喜温凉的古北界成分之间的替代。在海拔 1000m 以下分布着古热带的典型属，在海拔 1000～2000m 分布着东洋界的典型属，而在海拔 2000m 以上分布有典型的古北界属。高黎贡山自然保护区南北长约 135km，即使在如此有限的纬度范围内，还是表现出了热量分配的差异以及由此决定的蚁科昆虫属级分类阶元在水平带上的替代现象。具体表现为南部分布、中部分布及北部分布 3 类不同的属之间的相互替代。高黎贡山自然保护区东西宽约 9km，虽然范围十分有限，依然在东西坡上表现出属级分类阶元的替代现象，具体表现为西坡分布和东坡分布两类。种级分类阶元的替代同样表现在垂直带、水平带和东西坡 3 个方面。有 15 个属的物种表现出垂直替代现象，还有 15 个属的物种表现出水平替代现象，另有 13 个属的物种表现出东西坡替代现象。

7 高黎贡山自然保护区蚁科昆虫生态位研究

蚂蚁的生态位可划分为水平生态位和垂直生态位，本研究限于调查垂直生态位。蚂蚁的垂直生态位可进一步区分为宽生态位、中生态位、窄生态位 3 类。对蚁科 6 亚科 50 属 164 种的垂直生态位调查表明，同属内不同物种通常表现出对生态位选择的多样性，但总体上看以中生态位和窄生态位物种占多数。对 50 属 164 种蚂蚁生态位的详细分析表明，同属内同一类别生态位的物种对环境的进一步选择和分化是一普遍规律，这

种细致的选择分化表现在觅食场所和筑巢场所的差异上，通常一二个物种选择一个方向，很少有多个物种选择同一方向的情况。调查表明，有时会出现不同属物种对生态位选择的雷同或相似，但因为不同属物种在食物类别和筑巢空间位置方面基本不同，所以生态位的雷同不会引起不同属内物种间的直接竞争。

8　高黎贡山自然保护区蚁科昆虫生态适应型研究

在高黎贡山自然保护区，土壤-地表型和宽生态位型属占有绝对优势，完全缺少植物栖息型属。同时以亚热带广布亚型属比例最大，温带分布亚型属比例最小。在所有亚型中，以宽生态位型中的亚热带分布亚型比例最大，有 15 属，该亚型因而成为高黎贡山自然保护区最为重要的亚型。宽生态位型中的亚热带温带广布亚型是高黎贡山山区适应性最强的属（共有 3 属：细胸蚁属、大头蚁属、蚁属），土壤-地表型中的亚热带温带广布亚型是适应性仅次于前者的亚型（共有 5 属：厚结猛蚁属、红蚁属、切叶蚁属、盘腹蚁属、平结蚁属）。高黎贡山自然保护区的蚂蚁物种依据其垂直生态位可划分为 6 个生态型，依据其所分布的垂直气候带可进一步将各生态型划分为 5 个生态亚型。在 6 个生态型中，以土壤-地表型比例最大有 69 种，地表栖息型次之有 35 种，以植物-地表型比例最小，只有 4 种。在 5 个生态亚型中，各生态型通常以中北亚热带分布亚型比例最大，只有宽生态位型以亚热带分布亚型比例最大。土壤-地表型中的中北亚热带分布亚型（27 种）、亚热带广布型（23 种）和地表栖息型中的中北亚热带分布型（22 种）成为高黎贡山自然保护区的 3 大物种群。宽生态位型中的亚热带温带广布亚型（1 种，凹结蚁 sp. 1）和土壤-地表型中的亚热带温带广布型（5 种，黄足厚结猛蚁、拉帕铺道蚁、马格丽特红蚁、丽塔红蚁、康斯坦斯大头蚁）是保护区适应性最强的物种。

9　高黎贡山自然保护区蚁科昆虫种群社会结构研究

9.1　蚁后制

在被调查的 7 个亚科中，猛蚁亚科为单蚁后制，只有厚结猛蚁属偶尔出现双蚁后制。粗角蚁亚科、行军蚁亚科、盲蚁亚科的蚁后制尚不清楚。切叶蚁亚科通常为单蚁后制，只有举腹蚁属和大头蚁属偶尔出现双蚁后制，小家蚁属偶尔出现三蚁后制。臭蚁亚科多数属为单蚁后制，但酸臭蚁属的蚁后制表现出多样性，除单蚁后制外还有双蚁后制和四蚁后制。蚁亚科通常为单蚁后制，其中平结蚁属和立毛蚁属偶尔出现多蚁后制，以拟毛蚁属的蚁后制最为复杂，有单蚁后制、双蚁后制、三蚁后制、四蚁后制 4 种。

9.2　雄蚁的出现

在被调查的 7 个亚科中，雄蚁均为罕见型，多数情况下是与具翅雌蚁同时于繁殖季节出现，偶尔在没有雌蚁时出现。

9.3　工蚁的型

在被调查的 7 个亚科中，猛蚁亚科、粗角蚁亚科、盲蚁亚科、臭蚁亚科 4 个亚科工蚁均为单型性，蚁巢中没有分化出兵蚁。行军蚁亚科的工蚁均为多型性，蚁巢中分化出

兵蚁且为多态性，至少有 3 个不同大小的型。切叶蚁亚科中，稀切叶蚁属和大头蚁属工蚁二型性，已经分化出 1 种形态的兵蚁；巨首蚁属工蚁为多型性，已经分化出二三个形态的兵蚁。蚁亚科中有拟毛蚁属和弓背蚁属 2 个属出现工蚁的分化，为二型性或多型性，蚁巢中出现单型或多型的兵蚁。

9.4　蚁巢大小

在被调查的 7 个亚科中，通常建巢初期为微型巢，并有工蚁参与建巢，一些工蚁多型性的属有工蚁和兵蚁参与建巢。猛蚁亚科到后期通常达到小型巢规模，只有厚结猛蚁属的一些巢达到中型巢水平。粗角蚁亚科到后期可达到小型巢规模。行军蚁亚科和盲蚁亚科到后期可达到中型巢规模。切叶蚁亚科中，角腹蚁属、高黎贡蚁属、窄结蚁属、细胸蚁属、棒切叶蚁属、盘腹蚁属可达到小型巢规模；火蚁属、稀切叶蚁属、巨首蚁属、铺道蚁属、红蚁属可达到中型巢规模；举腹蚁属、大头蚁属、小家蚁属的一些物种可以达到大型巢水平。臭蚁亚科中，狡臭蚁属、凹臭蚁属、臭蚁属可达到小型巢规模；穴臭蚁属可达到中型巢规模；酸臭蚁属可达到大型巢水平。蚁亚科中，蚁属和多刺蚁属可达到小型巢规模；刺结蚁属、斜结蚁属、平结蚁属、毛蚁属、立毛蚁属、弓背蚁属可达到中型巢规模；光结蚁属、拟毛蚁属可达到大型巢水平。有时同属内的不同物种蚁巢级别不同。

10　高黎贡山自然保护区蚁科昆虫系统分类研究

应用形态分类方法首次对高黎贡山自然保护区蚁科昆虫进行系统分类研究，鉴定出 8 亚科，50 属，166 种。其中发现新属 1 属（高黎贡蚁属 *Gaoligongidris* gen. nov.），中国新记录属 1 属（窄结蚁属 *Stenamma* Westwood)；发现新种 5 种（黄色猛蚁 *Ponera xantha* sp. nov.，片马猛蚁 *Ponera pianmana* sp. nov.，坝湾猛蚁 *Ponera bawana* sp. nov.，双齿猛蚁 *Ponera diodonta* sp. nov.，平背高黎贡蚁 *Gaoligongidris planodorsa* sp. nov.），中国新记录种 11 种，待定种 40 种。编制了亚科、属、种的检索表，绘制了 54 个物种的详细插图。

爪步甲属一新种记述（鞘翅目：步甲科）*

梁宏斌[1]　Yuki Imura[2]

（1 中国科学院动物研究所，北京　100080）

（2 Shinohara-cho 1249-8, Kohoku-ku, Yokohama, 222-0026, Japan）

摘　要　本文记述了采自中国云南、越南和老挝的爪步甲属一新种：垂角爪步甲（*Onycholabis pendulangulus* Liang and Imura, n. sp.）。该新种前胸背板前角垂直向下方弯曲，呈刺状，从而和同属其他种类明显不同。新种模式标本分别保存在中国科学院动物研究所、中国科学院昆明动物所标本馆、美国加州科学院标本馆（旧金山）、日本自然科学博物馆（东京）和英国自然历史博物馆（伦敦）。

关键词　步甲科，爪步甲属，新种

Onycholabis Bates (1873) is one of the genera belonging to the tribe Platynini of the family Carabidae. It was proposed by Bates for a Chinese species, *O. sinensis* Bates, which he described based on a single female specimen collected from the banks of the Yangzi River in Sichuan Province, China. Since then, eight more taxa belonging to this genus have been described: *O. melitopus* Bates, 1892 (=*Cardiomera oberthueri* Maindron, 1899) (India); *O. acutangulus* Andrewes, 1923 (India); *O. arrowi* Jedlička, 1935 (Philippines); *O. luzonensis* Jedlička, 1935 (Philippines); *O. macropsg* Louwerens, 1955 (Borneo); *O. sinensis nakanei* Kasahara; 1986 (Japan), *O. uenoi* Paik and Lafer, 1995 (Korea); and *O. vietnamicus* Kasahara, 1995 (Vietnam). All of these species/subspecies are distributed in eastern and southeastern Asia, from India east to Japan and south to Borneo (Indonesia).

In early 2001, while working in the insect collection of the Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing, the first author (Liang) discovered three strange specimens collected from Northern Vietnam. One of them bore a determination label by S. L. Straneo indicating "*Onycholabis* ? *acutangulus* Andr.". Antennomere 3 pubscent and four times as long as antennomere 2, mandibles long and claw-like, striae deep and punctate indicated these Vietnamese specimens to be amember of *Onycholabis*. However, careful comparative review of other specimens of *O. acutangulus* indicated that they had uniquely shaped front pronotal angles, and therefore were not conspecific with Andrewes'species. These specimens were then sent to the second author (Imura) for review, and agreement was reached on their status as a species new to science.

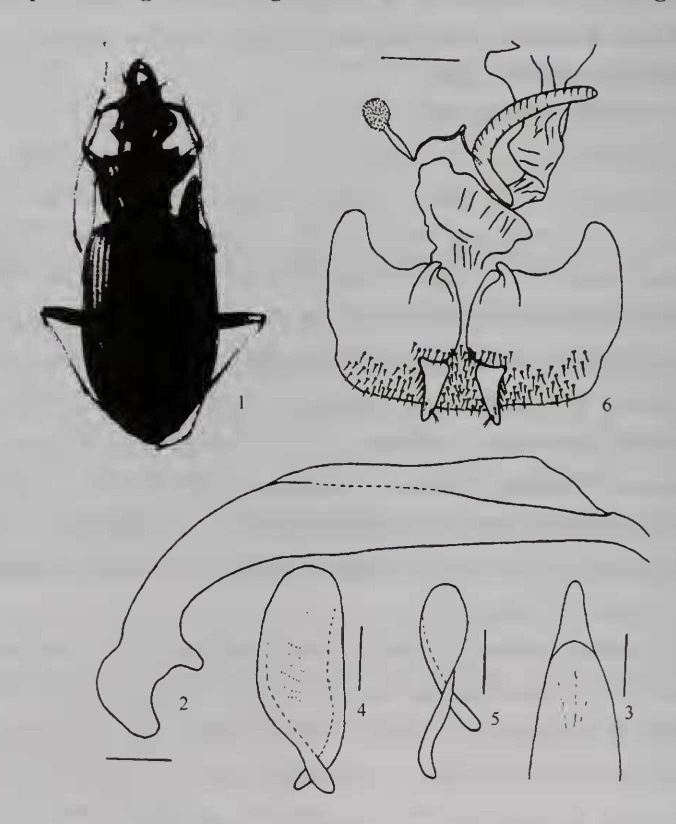
---

* 本文 2003 年发表于《动物分类学报》，28 (4)：688～691。

Liang and Imura completed a manuscript describing this new taxon and submitted it for publication. The manuscript was then sent by the journal editor to Dr. David Kavanaugh for review. Kavanaugh recognized this new species from 60 specimens which he had collected in 1998 in the Gaoligong Mountains of western Yunnan Province, China. He immediately contacted Liang and offered to include the additional material in the species description. Liang and Imura then with drew their manuscript; and the expanded description, including the materials from China and Laos, is provided here.

The abbreviations used herein are as follows: HW-greatest width of head including eyes; PL-length of pronotum, measured along the mid-line; PW-greatest width of pronotum; PBW-width of pronotal base, measured between the tips of hind angles; EW-greatest width of elytra; EL-greatest length of elytra.

Onycholabis pendulangulus Liang et Imura, NEW SPECIES (Figs. 1～6)



Figs. 1～6 *Onycholabis pendulangulus*, Liang and Imura, NEW SPECIES.
1: Dorsal habitus of holotype. 2: Aedeagus, lateral view. 3: Apical part of aedeagus, dorsal view. 4: Left paramere, lateral view. 5: Right paramere, lateral view. 6: Female reproductive tract, ventral view (paratype from Yunnan). Scale bar: 0.2mm for Figs. 2～5, 0.4mm for Fig. 6

Types. Holotype: a male, deposited in Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing (IOZ), labeled: "CHINA, Yunnan Province, Gaoligong Mountains, Baoshan Prefecture, Baoshan County, Bawan, (1040m, 24°57.1′N′98°50.1′E), 8 No-

vember 1998, Stop#98-130, D. H. Kavanaugh, C. E. Griswold, R. Li & H.-X. He collectors" / "CASENT 1008749" / "HOLOTYPE *Onycholabis pendulangulus* Liang & Imura".

Paratypes. 32 males and 27 females, same collection data as holotype, in California Academy of Sciences (CAS), IOZ, and Kunming Institute of Zoology (KIZ); one male, "Tonkin [= northern Vietnam], Hoa-Binh, Jul 1939, A. de Cooman" in IOZ, one female, same locality and collector, but "Mar. 1937", in Department of Zoology, National Science Museum, Tokyo, and one female, same locality and collector, but with no date, in IOZ; 1 male, "Tonkin, Hoabinh, Jan. 1917, R. V. de Salvaza", in Natural History Museum in London (BMNH); 1 male, "Laos, Thadeua, 9. II. 1918, R. Vitalis de Salvaza", in BMNH; 2 males and 3 female, "Laos, Tha Deua, 3. II. 1918, R. V. de Salvaza", in BMNH; 1 male and 2 females, "Luang Prabang, Ban Samang, 20. XI. 1918, R. V. de Salvaza", in BMNH.

Type locality. Bawan, Baoshan County, Baoshan Prefecture, Yunnan Province, China. Diagnosis. The new species seems to be most closely related to *Onycholabis acutangulus* Andrewes, based on the chaetotaxy of pronotum (anterior and posterior lateral setae), elytra (two setae on interval 3) and terminal abdominal sternite (one pair of posterior paramedial setae in males and four pairs in females); but the former is readily distinguishable from the latter by the uniquely shaped front angles of the pronotum, which are nearly perpendicularly bent ventrad and sharply pointed at the tips. The pronotal front angles of *O. acutangulus* are rectangularly (or slightly acutely) shaped and sharply projected forwards, but not bent ventrad. In the other members of the genus, the pronotal front angles are more or less rounded.

Description. Length 9.2～9.8mm (including mandibles). Width: 3.4～3.8mm. Black though much more brown in teneral individual, partially with faint iridescent luster on ventral side; mandibles, labrum and mentum red-brown; antennae, palpi and legs light brown. Head as in the other members of the genus, with large and strongly prominent eyes and remarkably constricted neck; vertex gently convex above with the surface very smooth and shiny, microsculpture partly and sparsely visible, formed as isodiametric mesh; frontal furrows rather deeply concave, almost parallel in front and slightly divergent posteriad; outside of frontal furrows longitudinally rugulose; anterior supraorbital setae inserted before mid-eye level, posterior ones a little before post-eye level; mandibles long, slender, gently curved inwards and gradually tapered toward tips which are not so sharply pointed; terminal segments of maxillary palpi slender, almost as long as the penultimate, a little cylindrical in median portion and truncate at apices; terminal segments of labial palpi shorter than the penultimate; penultimate segments of labial palpi bisetose; median tooth of mentum bifid with each apex sharply pointed; submentum quadrisetose; antennae filiform, extending to the middle of elytra; relative lengths of scape and segments 2～6 as follows: 1.00 : 0.46 : 1.83 : 1.58 : 1.21 :

1. 21. Pronotum trapezoid, wider than long, widest at apex, and almost as wide as head; PW/HW approximately 1. 03 (1. 02～1. 06), PW/PL 1. 24 (1. 21～1. 27), PAW/PBW 1. 56 (1. 47～1. 68); apical margin widely and rather deeply emarginate throughout; front angles triangularly produced forwards with the apices nearly perpendicularly bent ventrad and sharply pointed at tips to form thorn-like spines; lateral margins finely reflexed above, almost parallel-sided in apical third, rather acutely convergent towards basal sixth, then gently sinuate before hind angles which are triangularly pointed and protruded laterad; two pairs of marginal setae inserted, one at apical seventh and another on hind angles; basal margin obviously bisinuate and unbordered; disc moderately convex above, with the surface smooth, though rather sporadically scattered with large punctures along basal and lateral portions, microsculpture visibly forming transverse meshes; median longitudinal line narrow but distinctly impressed throughout, laterobasal foveae deep. Elytra subovate, moderately convex above, widest slightly posteriad middle, much wider than pronotum, with distinct shoulders; EL/EW 1. 61 (1. 58～1. 67), EW/PW 1. 80 (1. 75～1. 86); basal borders short and gently curved; basal margins wide, oblique and extended to shoulders which are distinct, though roundly arcuate; lateral sides almost parallel-sided in basal portions, moderately convergent toward apices, slightly but apparently produced just before apices which are conjointly rounded; scutellar striole long, lying on primary intervals, punctate; striae between intervals rather deeply impressed, forming regularly set rows of punctures except apical fourth where punctures become indistinct; intervals smooth, microsculpture visibly forming transverse meshes, gently convex above in apical half and progressively flatter toward apices; a pair of anterior discal pores recognized on the third striae at basal fifth, posterior ones visible on the second striae a little behind the middle. Sterna rather coarsely punctate and metasterna smooth. Terminal sternite with one seta on each side in male, 3～4 setae in female. Legs long and slender, basal three segments of male protarsi not dilated though associated with two rows of adhesive hairs on ventral side, fourth segment bifurcated at tip. Aedeagus long and slender, slightly arcuate at basal third in lateral view, then almost straightly extending toward apex which is round (Fig. 2); in dorsal view, apical lamella slightly tapered towards apex, nearly twice as long as wide (Fig. 3); left paramere foliate and rounded at apex (Fig. 4); right paramere small and narrow, with rounded apex (Fig. 5). Female reproductive tract as in Fig. 6, apical genocoxite triangular, with four lateral and one dorsal ensiform setae, basal genocoxite with apical fringe of eight or nine setae, bursa copulatrix without microtrichia, spermatheca slightly arcuate, spermathecal gland with spherical apex.

Distribution. Presently known from Bawan of Baoshan County, on the eastern slope of the Gaoligong Mountains in Western Yunnan Province, China, from HoaBinh Province, Northern Vietnam, and from Luang Prabang and Tha Deua, Northern Laos. The specimens from Yunnan were collected at night by headlamp from the moist stone

masonry walls of a drainage ditch beside the road. The area was shaded by large trees, and water was seeping over the walls and from cracks in the stone walls. There was a thin layer of algae and mosses on some of the wettest parts of the wall.

Etymology. The new species is named for its uniquely shaped pronotal front angles. Material examined. A total of 73 specimens (39 males and 34 females) were examined (see types).

Acknowledgements The first author (Liang) thanks Natural History Museum London (Dr. Martin Brendell and Miss Christine Taylor) for loans of specimens. Thanks are also due to Dr. David Kavanaugh for providing specimens and ecological information. The photo was taken by Mr. MAI Guo-Qing in the Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing.

References

Andrewes H E. 1923. Papers on the Oriental Carabidae-XII. Ann Mag Nat Hist, Ser. 9, 12: 682～683

Bates H W. 1873. Descriptions of new genera and species of Geodephagous Coleoptera, from China. Trans Ent Soc London, Part II, 323～334

Bates H W. 1892. Viaggio di Leonardo Fea in Birmaniae regioni vicine XLIV. List of Carabidae. Ann Mus Civ Stor Nat Genova, 32: 267～428

Jedlička A. 1935. Neue Carabiden aus Ostasien. (8. Teil). Casopisčs Spol Ent, 32: 31～32

Kasahara S. 1989. Occurrence of *Onycholabis* (Coleoptera: Carabidae) in Japan. Special Bull Japn Soc Coleopt, 2: 75～80

Kasahara S. 1995. Occurrence of *Onycholabis* (Coleoptera: Carabidae) in Northern Vietnam. Bull Natn Sci Mus. Tokyo, Series A, 21 (1): 27～32

Louwerens C J. 1955. New Oriental Agonini (Coleoptera: Carabidae). Tijdschrift voor Ent, 98: 43～56

Maindron M. 1905. Notes synonymiques sur quelques Coléoptères de la famille Carabidae. Bull Soc Ent France, 94～95

Paik J C, Lafer G S. 1995. A new species of *Onycholabis* (Coleoptera: Carabidae) from Jejudo, South Korea. Special Bull Japn Soc Coleopt, 4: 253～257

A New Species of the Genus *Onycholabis* Bates (Coleoptera, Carabidae) from China, Vietnam, and Laos

LIANG Hong-bin[1] Yuki Imura[2]

(1 Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

(2 Shinohara-cho 1249-8, Kohoku-ku, Yokohama, 222-0026, Japan)

Abstract *Onycholabis pendulangulus* Liang and Imura, new species, is

described from Western Yunnan Province, China, Northern Vietnam and Laos. Adults of this species are readily distinguished from members of other congeneric species by the uniquely shaped front angles of the pronotum. Photograph of dorsal habitus, illustrations of aedeagus and female reproductive tract are provided.

Key words *Onycholabis* Bates, Carabidae, new species

Notes on *Drypta longicollis* MacLeay and the Status of the Genus-group Name, *Desera* Dejean, 1825 (Coleoptera: Carabidae: Dryptini)*

Hong Bin-liang[1], David H. Kavanaugh[2], Mingyi Tian[3]

(1 Institute of Zoology, Beijing 100080, China)

(2 California Academy of Sciences, Golden Gate Park, San Francisco, CA 94118, USA)

(3 South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China)

Abstract The taxonomic status of *Drypta longicollis* MacLeay, 1825, mistreated as *Desera longicollis* (MacLeay) for over a century, is clarified in this paper as a species of *Drypta* Latreille. With *Drypta longicollis* as type species, genus *Desera* Dejean is a subjective junior synonym of Drypta; and *Dendrocellus* Schmidt-Göbel is the valid generic name for the species with pentinate tarsal claws and previously included in *Desera*. Specimens identified as *Drypta longicollis* MacLeay in Andrewes' collection (Natural History Museum) are found to represent *Desera unidentata* (MacLeay 1825). Additional descriptions of *Drypta longicollis* and *Desera unidentata* (MacLeay) and photographs of their type specimens are provided.

Desera Hope (1825) is one of the two old world genera currently recognized in tribe Dryptini of family Carabidae. Its members differ from those of the other genus, *Drypta* Latreille (1796), in having pectinate tarsal claw (Andrewes 1936). About 18 *Desera* species have been described (Lorenz 1998a), mainly distributed in southeastern Asia.

While sorting specimens of Carabidae in the collection of the Institute of Zoology (IOZ), in Beijing, the first author (Liang) discovered several interesting *Desera* specimens collected from Yunnan Province, China. These specimens with brown femora, black tibia, and acute outer angles of their elytra, keyed out as *Desera longicollis* (MacLeay 1825), based on the works of Heller (1923), Andrewes (1936) and Hansen (1976). However, Jedlička's monograph (1963) indicated that, in *D. longicollis* MacLeay, the "Aussenwinkel der Flugeldecken stumpf" [outer angles of elytra acute]. In an effort to resolve this contradiction, Liang wrote to Dr. Thierry Deuve in Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) in Paris to request information about the type specimen of this species. Deuve kindly examined the type and informed Liang that the outer angle of each elytron in the type of *D. longicollis* MacLeay was rounded (Fig. 1), not acute.

* 本文 2004 年发表于 PROCEEDINGS OF THE CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES, 55(18): 377～383。

Liang then sent his specimens to the third author (Tian) in MNHN for comparison. Subsequent morphological comparison revealed that these specimens were not identical with those of *D. longicollis.* Tian also noticed that the types of *Desera longicollis*, with simple claws, was actually a member of the genus *Drypta*, the genus in which this species was originally described, and not of the genus *Desera.* Subsequently, Liang borrowed specimens of *Desera unidentata* (MacLeay 1825) and *Drypta longicollis* MacLeay from the Natural History Museum (NHM) in London and MNHN, and determined that the specimens from Yunnan were identical with *Desera unidentata* (MacLeay) (Fig. 2) specimens.



Fig. 1～2 Habitus and labels of type specimens
Scale lines=2. 0mm. 1: Lectotype of *Drypta longicollis* MacLeay, 1825 (from India). 2: Holotype of Drypta unidentata MacLeay, 1825 (From Java)

The fact that *Drypta longicollis* McLeay is actually a member of genus *Drypta* Latreille, and not of *Desera* Dejean, is also problematic because *D. longicollis* is the type species of *Desera* Dejean. The valid generic name for the species with pectinate tarsal claws, currently included in genus *Desera*, needs to be established.

The purpose of this paper is: ① to establish the valid generic name for the species currently included in genus *Desera* Dejean; ② to remove *Drypta longicollis* MacLeay

from that genus and return it to genus *Drypta* Latreille, and ③ to provide additional descriptive information that may aid in the identification of specimens of both *Drypta longicollis* and "*Desera*" *unidentata*.

The abbreviations used in this paper are as follows: Ant 1 = antennomere 1 (scape), Ant 3=antennomere 3, PL=length of pronotum measured along median line, PW=Widest width of pronotum, EL=length of elytra, EW=widest width across both elytra.

Status of the Genus Name *Desera* Dejean

Latreille (1796) described genus *Drypta* but did not list any included species with his original description. He later designated *Carabus emarginatus* Gmelin (=*Carabus dentatus* P. Rossi) as type species (Latreille 1802). The status of *Drypta* Latreille as a valid genus is unquestioned.

In his description of *Drypta longicollis*, Dejean (1825) listed "*Desera Bonelliana* Leach" as a synonym of that species; and, at the end of his description, he mentioned that Leach had established a distinct genus, *Desera*, for this species. A review of Leach's pertinent published works (Leach 1815, 1817) and of his classification as reported by Smouelle (1819) has failed to find any mention of a genus *Desera* or of a species, *Desera Bonelliana*; so Dejean's assignments must have been based on determinations in Leach's collection and not on a published account. Hope (1831) briefly described *Desera napalensis*, but failed to note the presence of pectinate tarsal claws in that species. Later (Hope 1838), he cited Leach as the author of *Desera* and designated *Cicindela cylindricollis* Fabricius (=*Carabus distinctus* P. Rossi) as the type species of the genus. In a subsequent brief description of *Desera* (Hope, 1838: 105), he once again omitted any mention of pectinate tarsal claws. His apparent failure to appreciate this distinguishing feature of true "*Desera*" species probably accounts for his selection of a true *Drypta*, *D. distincta* (Rossi), as his type species of Desera.

The authorship of genus *Desera* has remained a point of contention, with some authors (*e. g.*, Bousquet 2002, Löbl and Smetana 2002) citing Dejean (1825) as the author and others (*e. g.*, Csiki 1932, Andrewes 1939, Lorenz 1998b) crediting Hope (1831). If hope is the author based on his use of name in 1831, then *Desera napalensis* is the type species of *Desera* by monotypy. If his claim of authorship were based on his 1838 paper, with his designation of *Cicindela cylindricollis* Fabricius as type species, then *Desera* would be a subjective junior synonym of *Drypta* Latreille, as was suggested by Andrewes (1939). In fact, Bousquet (2002) has settled the argument to our satisfaction, citing Dejean as author, with Article 11. 6 of the 1999 International Code of Zoological Nomenclature as the justification, and with *Drypta longicollis* MacLeay as type species by monotypy. This means that *Desera* is a subjective junior synonym of *Drypta* Latreille.

In 1846, Schmidt-Göbel described genus *Dendrocellus*, listed distinguishing features (including the presence of pectinate tarsal claws), and included three species. Two of these were described as new. The first, *Dendrocellus discolor*, is new recognized as a junior synonym of *Desera nepalensis* Hope. The second, *Dendrocellus flavipes*, which Schmidt-Göbel has misidentified as *Drypta flavipes* Wiedemann and transferred to his new genus, is conspecific with and a junior synonym of *Drypta geniculata* Klug. The third species was *D. geniculata* Klug itself. Schmidt-Göbel did not designate one of these as type species.

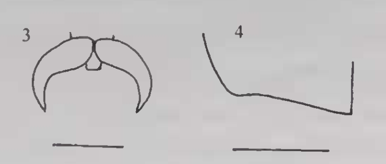
Chaudoir (1861) first included *Drypta longicollis* MacLeay in *Dendrocellus*, and several other workers followed (Bates 1892, Andrewes, 1919 and 1936, Winkler 1924, Jedlička 1963, Hansen 1967). Dupuis (1912) cited *Dendrocellus* as a subgenus of *Desera* in his description of *Desera gilsoni* from Taiwan. Andrewes (1939: 133) synonymized *Desera* with *Drypta*, based on Hope's (1938) type species designation, recognized *Dendrocellus* as a valid genus name, and selected *D. discolor* (=*Desera nepalensis* Hope) as type species. However, *Dendrocellus* has been treated as a junior synonym of *Desera* Dejean (or Hope) by most recent workers (e. g. , see Lorenz 1998b, Löbl and Smetana 2003).

Our conclusion that the type species of *Desera* Dejean (*i. e.* , *Drypta longicollis* MacLeay) should be included in *Drypta* leads us to joint Andrewes (1939) in treating *Desera* Dejean (not Hope) as a synonym of *Drypta* Latreille and *Dendrocellus* Schmidt-Göbel as the valid name for the species with pectinate tarsal claws and formerly included in *Desera* Dejean (or Hope [see below]).

Species Redescription

Drypta longicollis **MacLeay, 1825** (Figs. 1, 3～4)

Drypta longicollis MacLeay, 1825: 28 (India)
Drypta longicollis Dejean, 1825, I: 185 (India).
Dendrocellus longicollis Dejean; 1892: 385 (Burma).
Desera longicollis MacLeay; Jedlička, 1963: 486 (Burma, India).



Figs. 3～4 *Drypta longicollis* MacLeay, 1825 (lectotype from India)
3: Fore-tarsal claws; 4: Outer angle and sutural angle of left elytron. Scale bar=0. 24mm in Fig. 3 and 1. 00mm in Fig. 4

Specimens examined. Lectotype (Fig. 1), a male (MNHN), "Type, Coll. Dejean", "Ex Museo, Chaudoir", "*longicollis* Dej. , Indes Orient. "; paralectotype, 1 female (MNHN), "Ex Museo, Chaudoir", "*longicollis* Dej. , Indes Orient. ". Both lectotype and paralectotype are designated here.

Description. Tarsal claws in type specimens simple (Fig. 3) and outer angle of each

elytron round (Fig. 4). Ant 1 with basal third brown, apical two thirds black. Ratio Ant 1 : Ant 3=4.20 (paralectotype); ratio PL : PW=1.65 (lectotype), 1.64 (paralectotype); ratio EL : EW=1.74 (lectotype), 1.78 (paralectotype); ratio EW : PW=2.30 (lectotype), 2.29 (paralectotype). For additional morphological characteristics, refer to Dejean's description (1825: 185～186).

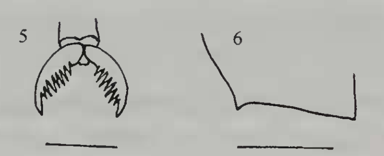
Distribution: India and Myanmar (= Burma).

Remarks. *Drypta longicollis* was described by both MacLeay and Dejean in 1825, based on the same specimens (in Dejean's collection) from India (MacLeay 1825: 28, Dejean 1825: 185). MacLeay's work was several months earlier than Dejean's, and therefore this species name is attributed to MacLeay (Andrewes 1919: 134).

It is strange that Andrewes, after examination of the type of *Drypta longicollis* MacLeay, still mistreated it as representing a *Desera* species. He also mistreated *Desera unidentata* (MacLeay) as *Drypta longicollis* MacLeay (see "Specimens examined" below).

Desera unidentata (MacLeay, 1825)(Figs. 2, 5～6)

Drypta unidentata, MacLeay, 1825: 28 (Java).
Desera unidentata (MacLeay); Andrewes1919: 167 (Java).
Dendrocellus longicollis Dejean; Chaudoir, 1861: 545 (India).
Desera longicollis MacLeay; Andrewes, 1936: 136 (India).
Desera longicollis Dejean; Hansen, 1967: 403 (Laos).



Figs. 5～6 *Desera unidentata* (MacLeay 1825) (type from Java)
5: Fore-tarsal claws; 6: Outer angle and sutural angle of left elytron. Scale bar = 0.24mm in Fig. 5 and 1.00mm in Fig. 6

Specimens examined. Total 15 specimens. Holotype, 1 female (NHM), "*unidentata* Mac.", "Java, Horsfield, 60～15", "60～15, E. I. C.", "Type, H. T.", "58", "54"; 1 specimen (NHM, sex status undeterminable), "Bonvouloir collection", "*Desera unidentata* MacLeay, compared with type H. E. A.", "*unidentata* Macleay (*Dendrocellus*) Schmidt Göbel, Java", "H. E. Andrewes coll., B. M. 1945～1997"; 1 female (NHM), "Dammerman, N. W. Seomba, Laora 100M, 104 IV 1925", "Ex Mus., Buitenzurg", "*Desera unidentata* Macl., H. E. Andrewes det."; 1 male (NHM), "Andaman Is., 1915～1938", "Ex Coll., Brit. Mus.", "*Desera longicollis* Dej. (See back), compared with type, H. E. A., [on the back of the label] in type the angle of structure is not dentate"; 1 male (NHM), "Annam, Keng trap, May 1917, R. V. de Salvaza", "*Desera longicollis* Dejean, H. E. Andrewes det.", "H. E. Andrewes Coll., B. M. 1945～1997"; 1 female (NHM), "47252", "Captn Wimberley", "Anda-

man Islands", "Fry Coll. , 1905. 100, "*Desera longicollis* Dej. , H. E. Andrewes det. ","*Dendrocellus longicollis* Dej. , Andaman Is. "; 1 female (MNHN), "Malacca, H. Deyrolle", "Ex Museo, Chaudoir","*unidentata*, Java, C. Gary, Reiche"; 1 male (MNHN), "Java","Ex Museo, Chaudoir","*unidentata*, Java, C. Gary, Reiche"; 2 females (MNHN), "Ex Museo, Chaudoir","*unidentata*, Java, C. Gary, Reiche"; 1 male (IOZ),"China, Yunnan Province, Nujiang Prefecture, Lushui County, Liuku Township, Liuku, 800m", N25. 86010°, E98. 85155°, 25～26 June 2000, Stop#00-7, D. H. Kavanaugh & H. -B. Liang collectors"; 1 male and 2 females (IOZ), "Yunnan, Mengla","20 April 1982, Peiyu Yu collector, by light trap"; 1 female (IOZ), "Yunnan, Xishuangbanna, Xiaomengyang, 850m", 25 April 1987, Shuyong Wang collector".

Description. Because Andrewes (1919) gave a quite detailed redescription, we simply add the following: Ratio Ant 1 : Ant 3=3. 67 (type), 3. 26～3. 56 (others); ratio PL : PW=1. 62 (type), 1. 50～1. 76 (others); ratio EL : EW=1. 67 (type), 1. 70～1. 82 (others); ratio EW : PW=2. 47 (type), 2. 24～2. 52 (others).

Distribution: Indonesia (Java), India (Andaman Is.), Vietnam (central), China (Yunnan).

Remarks. Specimens of *Desera unidentata* (MacLeay) can be distinguished from those of all other known *Desera* species by the following combination of character states: femora brown except for apices (black), tibia black, outer angles of elytra strongly dentate (Fig. 6), elytra widened posteriad, elytral intervals densely punctate, tarsal claws markedly pectinate with length of individual pectinations (teeth) subequal to width of base of tarsal claw (Fig. 5). Andrewes (1919) gave a redescription of this species; but there are several errors included, namely: ① this species was reported as restricted to Java (but present materials indicate that its distribution extends from Java north to India, Laos, Vietnam, and China); ② antenomere 3 was described as having its base and apex red and separated by a black subapical ring (but in all specimens we examined, the basal half of this antennomere was blackish brown and its apical half brown); ③ the prothorax was described as nearly twice as long as wide (but it is only 1. 50～1. 75 times as long as wide among specimens we have seen); and ④ the tarsal claws were described as finely pectinate (but they are markedly pectinate in all specimens that we examined).

Acknowledgement The authors thanks Dr. Thierry Deuve and Natural History Museum (Ms Christine Taylor) for loans of the specimens. Thanks are also due to Dr. Yves Bousquet (Eastern Cereal and Oilseed Research Centre, Canada) and Mr. Paul Marek (California Academy of Sciences) for providing essential literature, to Boris Kataev (Zoological Institute, St. Petersburg) for alerting us to a potential problem with the generic name, *Desera*, and to Professor Peiyu Yu (IOZ) for reviewing a draft of this paper. Photographs of habitus were taken by senior photographer Guoqing Mai (IOZ).

This work was supported by National Natural Science Foundation of China (Grant No. 30000026) and U. S. National Science Foundation (Grant No. 0103795). This paper represents contribution No. 23 of the China Natural History Project of the California Academy of Sciences.

References

Andrewes H E. 1919. On the types of Oriental Carabidae in the British Museum, and in the Hope Department of the Oxford University Museum. The Transactions of the Entomological Society of London, 119~217

Andrewes H E. 1936. Keys to some Indian genera of Carabidae (Col.) VI. The genera *Drypta* and *Desera*. Proceedings of the Royal Entomological Society of London, Series B 5: 134~136

Andrewes H E. 1939. Papers on the Oriental Carabidae. XXXV. On the types of Indian genera. Annuals and Magazine of Natural History, Series 11, 3: 128~139

Bates H W. 1892. Viaggio di Leonardo Fea in Birmania e Regioni Vicini XLIV. List of the Carabidae. Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova, Serie 2, XII: 267~428

Bousquet Y. 2002. Additions and corrections to the world catalogue of genus-group names of Geadephaga (Coleoptera) published by Wolfgang Lorenz (1998). Folia Heyrovskyana, Supplementum 9, 1~78

Csiki E. 1932. Pars 124. Carabidae: Harpalinae VII. [1279~1598]. In: Junk, W. and S. Schenkling (editors), Coleopterorum catalogus, Volumen III. Carabidae III. W. Junk, Berlin, 1023~1933

Chaudoir M. 1861. Matèriaux pour servirá l' èdude des cincindèètes et des carabiques. Bulletin de la Sociètè Impèriale des Naturalistes de Moscou, 34: 545~551

Dejean P F M A. 1825. Species gènèral des colèoptères de la collection de M. de Baron Dejean. Tome I. Crenot, Paris 463

Dupuis P. 1912. H. Sauter's Formosa-Ausbeute Carabidae (2me Contribution). Annales de la Société Royal Entomologique de Belgique, 56: 308~338

Hansen W. 1967. Contributionà la connaissance des coléoptères carabiques du sud-est asiatique, sur le genre *Desera* Hope (Coleoptera Carabidae Dryptinae). Bulletin et Annales de la Société Royal Entomologique de Belgique, 103: 397~413

Heller K M. 1923. Some new Malayan Carabidae, especially Philippine. The Philippine Journal of Science, 23: 295~305

Hope F W. 1831. Synopsis of the new species of Nepal insects in the collection of Major General Hardwicke. Zoological Miscellany, 1: 21~32

Hope F W. 1838. The coleopterist's manual, part the second, containing the predaceous land nd water beetles of Linneus [sic] and Fabricius. Henry Bohn, London, 168

Jedlička A. 1963. Monographie der Truncatipennen aus Ostasien, Lebiinae - Odacanthinae -Brachyninae (Coleoptera, Carabidae). Entomologische Abhandlungen Berichte aus dem Staatliches Museum für Tierkunde in Dresden, 28(7): 269~568

Lorenz W. 1998. Systematic list of extant ground beetles of the World (Insecta Coleoptera "Geadephaga": Trachypachidae and Carabidae incl. Paussinae, Cicindelinae, Rhyzodinae). W. Lorenz, Tutzing, 1~502

Latreille P A. 1796. Précis des caractéres génériques des insects, disposs dan un order naturel. A. Brive, Bourdeaux, 208

Latreille P A. 1802. Histoire naturelle, générale et particuliére des crustacés et des insects. Ouvrage faisant suiteá l'histoire naturelle générale et particuliére, composée par Leclerc de Buffon, et rédigée par C. S. Sonnini, member de plusieurs sociétés savants. Familles naturelles des genres. Tome troisiéme. Dufart, Paris, 13~467

Leach W E. 1815. Entomology [57 ~ 172]. In: Brewster, D. (editor) The Edinburgh encyclopaedia, Volume 9, part 1. Blackwood, Edinburgh

Leach W E. 1817. The Zoological miscellany; being desciptions of new, or interesting animals. Volume 3. E. Nodder and Son, London, 151

Löbl I, A Smetana. 2003. Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Volume 1. Archostmata-Myxophaga-Adephaga. Apollo Books, Stenstrup, 819

Lorenz W. 1998a. Systematic list of extant ground beetles of the World (Insecta Coleoptera "Geadephaga": Trachypachidae and Carabidae incl. Passinae, Cicindelinae, Rhyzodinae). W. Lorenz, Tutzing, 502

Lorenz W. 1998b. Nomina carabidrum. A directory of the scientific names of ground beetles (Insecta, Coleoptera "Geadephaga": Trachypachidae and Carabidae incl. Paussinae, Cicindelinae, Rhysodinae). W. Lorenz, Tutzing, 937

MacLeay W S. 1825. Annulosa Javanica, or an attempt to illustrate the natural affinities and analogies of the insects collected in Java by Thomas Horsfield, M. D. F. L. & G. S. and deposited by him in the museum of the honorable East-India Company. No. 1. Kingsbury, Parbury & Allen, London, 50

Samouelle G. 1819. The entomologists's useful compendium; or an introduction to the knowledge of British insects. Thomas Boys, London, 496

Schmidt-Göbel H M. 1846. Faunula Coleopterorum Birmaninae, adjectis nonnullis Bengaliae indigenis. Med. Dr. Johann Wilhelm Helfer's hinterlassene Sammlungen aus Vorder-und Hinter-Indien. Nach seinem Tode im Auftrage des böhm. National-Museums unter Mitwirkung Mehrerer. Gottlieb Haase Söhne, Prague, viii + 94 + 3 pl

Winkler A. 1924. Catalogus Coleopterorum regionis palaearcticae. Part 2. Winkler and Wagner, Vienna. 113~240

A New Species of *Aristochroa* Tschitschérine (Coleoptera: Carabidae: Pterostichini) from the Gaoligong Mountains of Western Yunnan Province, China*

David H. Kavanaugh[1] LIANG Hong-bin[2]

(1 Department of Entomology California Academy of Sciences, Golden Gate Park, San Francisco, CA 94118, U. S. A, and Research Professor, Biology San Francisco State University San Francisco, California.)

(2 Institute of Zoology Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China.)

A new species of the genus *Aristochroa* Tschitschérine, *A. abrupta* Kavanaugh and Liang, sp. nov., is described from the Gaoligong Mountains of western Yunnan Province, China (type locality: Danzhu He drainage, 2830m, Gongshan County). Members of this species are distinguished by the abrupt sinuation of the lateral margin of the pronotum in all adults and the long, triangular, right-deflected lamella of the aedeagus in males. Illustrations are provided for these and other structures. This species is unusual also in its occurrence at lower elevations (2770m to 3400m) than most other members of the genus.

The pterostichine carabid genus *Aristochroa* was described by Tschitschérine (1898) to include a total of five Chinese species. Since then, 12 new species have been added to the genus (Tschitschérine 1903, Straneo 1938, Xie and Yu 1993, Sciaky and Wrase 1997, Zamotajlov and Fedorenko 2000, Liang and Yu 2002).

In July 2000, while conducting fieldwork for an inventory of the carabid beetle fauna of the Gaoligong Mountains of western Yunnan Province, China, we collected several specimens of *Aristochroa* at localities in each of two separate river valleys on the eastern slope of the mountain range, in Gongshan County, Nujiang Prefecture. In May and September 2002, several more specimens of the genus were collected in or near these valleys. Subsequent morphological comparison of these specimens with representatives and/or descriptions of all other known species has convinced us that they represent a species previously unknown to science. A description of this new species follows.

***Aristochroa abrupta* Kavanaugh and Liang, sp. nov.** (Figs. 1,2,4,6,8, 10,11)

Types. Holotype, a male, deposited in Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing (IOZ), labelled: "CASENT1006544"/"China, Yunnan Province, Nu-

* 本文 2003 年发表于 PROCEEDINGS OF THE CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES, 54: 238~244.



Fig. 1 Digital photograph of habitus of holotype of *Aristochroa abrupta* sp. nov., dorsal aspect

jiang Prefecture, Gongshan County, Danzhu He drainage, 13.5 airkm SW of Gongshan, 2830m"/"N 27.62947°/E98.62010°, 30 June-5 July 2000, Stop # 00-17K, D. H. Kavanaugh, C. E. Griswold, Liang H.-B., D. Ubick, and Dong D.-Z. collectors". A total of 21 paratypes (11 males and 10 females) are deposited in the California Academy of Sciences (CAS), Kunming Institute of Zoology (KIZ), and IOZ (see specimen data below, under Geographical distribution).

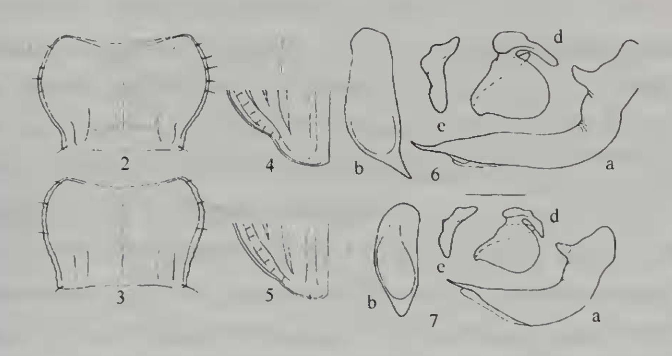
Type locality. Danzhu He drainage, 2830m, N27.62947°/E98.62010°, Gongshan County, Yunnan Province, China.

Diagnosis. Adults of *A. abrupta* sp. nov. can be distinguished from all other known species of *Aristochroa* by the following combination of character states: pronotum with lateral margins deeply and abruptly sinuate in posterior one-fifth, parallel anterior to base, with four (three or five in a few specimens) lateral setae anterior to middle, hind angles rectangular, basal foveae smooth, impunctate; pro-, meso-, and metepisterna smooth, impunctate; elytral interval 3 with two (one in a few specimens) discal setiferous pores; elytral intervals 1, 3, 5 and 7 strongly convex, microsculpture distinct on all intervals.

If one were to use the key to species of *Aristochroa* provided by Liang and Yu (2002), specimens of *A. abrupta* would key out at couplet 13, with specimens of *A. gratiosa* Tschitschérine and *A. militaris* Sciaky and Wrase. However, that key does not include the three species described by Zamotajlov and Fedorenko (2000) (namely, *A. sciakyi*, *A. dimorpha*, and *A. kangdingensis*) and is therefore incomplete. We choose not to provide a new key to all known species at this time because it seems likely that additional new species will continue to be found in the near future. Instead, we simply mention characters useful for distinguishing *A. abrupta* adults from those of *A. gratiosa*, *A. militaris*, *A. sciakyi*, *A. dimorpha*, and *A. kangdingensis*.

Adults of *A. abrupta* are most similar to those of *A. gratiosa*, but differ with them in having the lateral margin of the pronotum more deeply and abruptly sinuate and less crenulate (compare Figs. 2 and 3), the lateral longitudinal grooves of the basal foveae shorter and slightly S-shaped (long and straight in *A. gratiosa*), the subapical sinuation of the elytral margin much deeper (compare Figs. 4 and 5), and the shape of the aedea-

gus in males and the gonostylus of the ovipositor in females distinctly different (compare Figs. 6 and 7 and Figs. 8 and 9, respectively). They differ with adults of *A. militaris* in both pronotal shape and shape of the male aedeagus (compare Figs. 2 and 6 here with Figs. 45 and 20, respectively, in Sciaky and Wrase 1997). They differ with *A. dimorpha* adults in having intervals 1, 3, 5, and 7 markedly convex (only faintly convex in the latter), with *A. sciakyi* adults in having deeply sinuate lateral pronotal margin (only slightly sinuate in the latter), and with *A. kangdingensis* adults in having the deep pronotal lateral sinuation (faintly sinuate in the latter), smooth basal foveae (coarsely rugose in latter), and distinct microsculpture in intervals 1, 3, 5 (absent from these intervals in the latter).

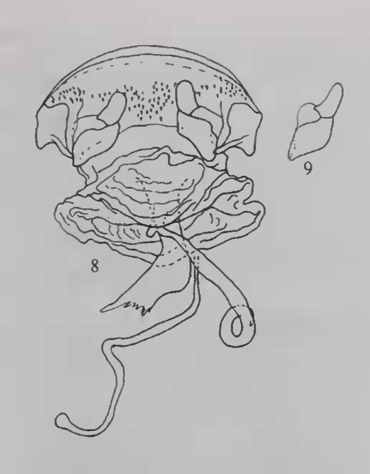


Figs. 2～7

Figs. 2～3: Pronotum, dorsal aspect. 2: *Aristochroa abrupta* sp. nov. 3: *Aristochroa gratiosa* Tschitschérine. 4～5: Elytral apex, male, dorsal aspect. 4: *Aristochroa abrupta*. 5: *Aristochroa gratiosa*. Scale line=1.0mm. 6～7: Male genitalia: a. median lobe, left lateral aspect; b. apex of medial lobe, dorsal aspect; c. right paramere, lateral aspect; d. left paramere, lateral aspect. 6: *Aristochroa abrupta* sp. nov. 7: *Aristochroa gratiosa* Tschitschérine. Scale line=1.0mm

Description. Total length (measured along midline from apex of longer mandible to apex of longer elytron) 12.9～14.5mm in males and 12.4～14.6mm in females; width (measured across greatest width of elytra) 4.8～5.4mm in males and 5.0～5.7mm in females. Antennae, mandibles, labrum, femora, tibiae and ventral surface black or reddish black; palpi and tarsi reddish brown; head, pronotum, and elytra with distinct coppery luster (with faint to moderately distinct green highlights in most individuals, most distinct on head and pronotum).

Mandible short, faintly rugose on dorsal surface, hooked and pointed at apex. Labrum transverse, slightly emarginate at apex, with six setae. Clypeus convex. Frontal furrows deep, impunctate, divergent and slightly bifurcate posteriorly. Vertex convex, smooth, impunctate, microsculpture mesh pattern transverse, indistinct. Eyes large, convex. Tempora short, oblique. Antennae extended posteriorly to basal one-eighth of elytra, pubescent from apical half of antennomere 4, antennomere 3 slightly longer than



Figs. 8～9 Female genitalia. ventral aspect

8: *Aristochroa abrupta* sp. nov. 9: *Aristochroa gratiosa* Tschitschérine, left ovipositor only. Scale line=1.0mm

the scape. Terminal labial palpomere slightly dilated toward apex, apex truncate. Mentum tooth wide, moderately emarginate. Ligula widely dilated at apex, with four apical setae.

Pronotum (Fig. 2) large, transverse, widest at or slightly anterior to middle, ratio of pronotal width to length (PW : PL)=1.33 (range 1.25～1.36 in males, 1.26～1.40 in females), base not or only slightly narrower than apex. Microsculpture mesh pattern transverse, most distinct in lateral furrows and basal foveae. Apical margin slightly emarginate, apical margination widely interrupted in the middle. Apical angles rounded, slightly projected anteriorly. Lateral margins with only a few shallow crenulations, smoothly arcuate from apical angles to one-third from base, then abruptly sinuate to basal angles. Lateral furrow narrow, with four (three or five in a few specimens) setae anterior to the middle, one seta near the basal angle. Basal angles rectangular. Disk convex, sparsely and transversely rugose laterally, longitudinally rugose at middle both apically and basally, basal area deeply depressed. Medial longitudinal impression deep, except shallow at or terminated before both apical and basal margins. Anterior transverse impression shallow, posterior transverse impression deep. Basal foveae smooth, impunctate, outer longitudinal groove slightly S-shaped, one-half as long as inner groove. Prosternum impunctate, with a longitudinal depression in the middle, microsculpture mesh pattern transverse. Pro-, mes-, and met-episterna impunctate, microsculpture mesh pattern distinct, transverse.

Elytra ovate, convex, widest and highest slightly posterior to the middle, ratio of elytral length to width (EL : EW)=1.51 in males (range 1.45～1.59), 1.38 in females (range 1.33～1.43). Microsculpture mesh pattern distinct, isodiametric. Intervals 1, 3, 5, 7 strongly convex; interval 3 about 2.2 times as wide as interval 4 in the middle, with two dorsal setiferous pores, basal one adjoining stria 3 and apical one (absent in some individuals) adjoining stria 2. Stria shallow, punctures indistinct, stria 7 with one setiferous pore near the apex. Scutellum smooth, scutella striola shallow, parascutellar setiferous pore absent. Humerus well-marked, round, slightly tuberculate. Basal margin straight or slightly concave anteriorly, forming an obtuse angle with lateral margin at the humerus. Lateral margin markedly sinuate anterior to apex (Fig. 4). Abdominal sterna impunctate, sparsely rugose laterally. Sternum VII with two pairs of posterior paramesial setae in males (one pair or two pairs with a third seta unilaterally in a few individuals), two pairs of setae in females.

Male with aedeagus distinctly bent at the middle, thickened ventrally anterior to apex, apex thin and slightly bent ventrad in lateral view (Fig. 6a); apical lamella long, triangular, markedly deflected right and apically narrowed in dorsal view (Fig. 6b). Parameres as in Figs. 6c and 6d.

Female genitalia as in Fig. 8. Gonostylus broad, arcuate. Spermatheca pointed and slightly coiled apically, spermathecal gland elongate, tubular.

Sexual dimorphism Males with antennae slightly (about 5%) longer than females; females with elytra relatively wider and with greatest elytral width more distinctly posterior to middle than in males.

Geographical distribution At present known only from the eastern slope of the Gaoligong Mountains in Gongshan County, Nujiang Prefecture, western Yunnan Province, China. We have examined a total of 22 specimens (including the holotype and 21 paratypes) from the following localities: Danzhu He drainage [13. 5 airkm SW of Gongshan, 2830m, N 27. 62947°/E 98. 62010°, 30 June-5 July 2000, Stop # 00-17K, D. H. Kavanaugh, C. E. Griswold, H. B. Liang, D. Ubick, and D. Z. Dong collectors (3 males and 1 female); 13. 5 ~ 13. 8 airkm SSW of Gongshan, 2720 ~ 2840m, N 27. 63267°/ E 98. 60861° to N 27. 63331°/E 98. 60356°, 30 June-5 July 2000, Stop # 00-17E, D. H. Kavanaugh, C. E. Griswold, H. B. Liang, D. Ubick, and D. Z. Dong collectors (1 female)]; 13. 5 to 15. 7 airkm SSW of Gongshan, 2700 ~ 3100m, N 27. 63063°/E98. 62074° to N 27. 62705°/ E 98. 59204°, 30 June-5 July 2000, Stop # 00-17A, D. H. Kavanaugh, C. E. Griswold, H. B. Liang, D. Ubick, and D. Z. Dong collectors (2 males, 1 female)]; Qiqi He drainage [Dongshaofang-Yakou, 27°41′40″ N, 98°28′47″ E, 3400m, 1 May 2002, G. D. Yang collector (1 male); No. 12 Bridge camp area, 16. 3 airkm W of Gongshan, N27. 71503°/E 98. 50244°, 2775m, 15~19 July 2000, Stops # 00-23D and E, D. H. Kavanaugh, C. E. Griswold, H. B. Liang, D. Ubick, and D. Z. Dong collectors (2 males and 5 females); same locality, 2 May 2002, H. B. Liang and W. D. Ba collectors (4 males)]; Pula He drainage[Dabadi, 41km W of Gongshan on Dulong Valley Road, 3000m, N27. 79655°, E098. 50562°, 27 September to 6 October 2002, Stop # DHK-2002-031F, D. H. Kavanaugh, PE. Marek, H. B. Liang, X. C. Liang, & D. Z. Dong collectors, (2 females)]. Fig. 10.

Geographical variation. No locality-specific morphological differences have been observed among individuals from the different localities sampled for this species.

Habitat distribution. Adults of this species have been collected from several localities on the eastern slope of the Gaoligong Mountains, in two different major drainage systems: the Danzhu He and Pula He systems. Compared with most other known species of *Aristochroa*, the new species occurs at lower elevations, ranging from 2770m to 3400m. Most *Aristochroa* species are restricted to montane regions above 4000m (range for the genus from 2500~5000m), with all known records below 4000m confined to areas well north of the known range of *A. abrupta* (in Sichuan and Shaanxi provinces), ex-

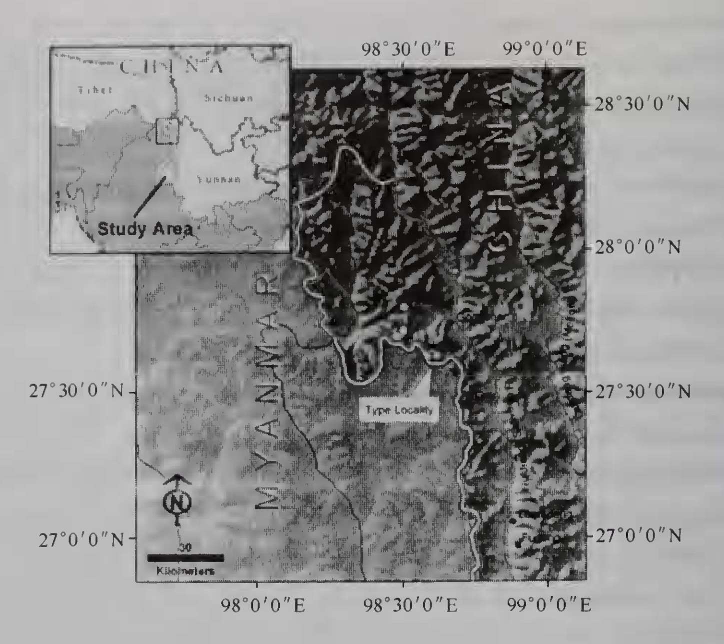


Fig. 10 Map of the Gongshan study area(insert: study area outlined in white; black box locates area of enlargement)

Sites at which specimens of *Aristochroa abrupta* sp. nov. were collected are identified by solid white circles and the type locality by a star

cept for *Aristochroa dequinensis* Xie and Yu (1993), also from northern Yunnan, with a known altitudinal range from 3450～4650m. The only species know to occur at elevations as low as *A. abrupta* is *Aristochroa militaris* Sciaky and Wrase (1997) (with a known altitudinal range of 2500～3300m), which occurs at the northern distributional limit for the genus in Shaanxi Province (at 33. 51°N).

At each of the known localities, *A. abrupta* adults have been found in mixed conifer and broadleaf deciduous forest, either on the forest floor, which includes a moist, mossy and shrubby understory, or along road cuts through granitic sandy soils and boulders. In the latter habitat, beetles were collected by hand, mainly at night, on or near large boulders.

Etymology. The specific epithet is derived from the Latin, *abruptus*, meaning broken off or cut off, in reference to the deep and abrupt basolateral sinuation cut into the lateral margin of the pronotum.

Acknowledgments We wish to express our thanks to Dr. Charles E. Griswold and Mr. Darrell Ubiek (CAS) and Prof. Dong Dazhi (KIZ) for their assistance in installing and harvesting the pitfall traps in which several specimens of the type series were collected. We thank April Noble, who created the automontage digital image (Fig. 1) of the habitus of *A. abrupta* using Syneroscopy software. We also wish to express our sin-

cere appreciation to Professor Yu Peiyu (IOZ) for the benefit of her extensive experience with the genus *Aristochroa* and her advice during the preparation of this manuscript.

Work on this project received generous support through grants from the National Science Foundation (Grant No. 0103795) and the National Geographic Society (Grant No. 6403-99) to the California Academy of Sciences, and from donors to the China Natural History Project at the California Academy of Sciences. This publication represents Contribution No. 21 of the Center for Biodiversity Research and Information (CBRI) and Contribution No. 15 of the China Natural History Project, both at the California Academy of Sciences.

References

Liang H B, Yp Yu. 2002. Key to species of the genus *Aristochroa* Tschitschérine (Coleoptera: Carabidae), with description of a new species. The Coleopterists Bulletin, 56: 144～151

Sclaky R, Wrse D W. 1997. Twenty-nine new taxa of Pterostichinae from Shaanxi (Coleoptera, Carabidae). Linzer Biologische Beiträge, 29: 1087～1139

Straneos L. 1938. Nuova specie del genere Aristochroa Tschit. Bollettino della Società Entomologica Italiana. 70: 122～123

Tschitscherine T. 1898. Materiaux pour servir a l'etude des Feroniens, IV. Horae Societatis Entomologicae Rossicae, 32: 70～77

Tschitscherine T. 1903. Species nova generic *Aristochroa* Tsch. (Coleoptera: Carabidae). Revue Russe d'Entomologie, 3～4: 224～225

Xie W P, Yu Y P. 1993. Classification of the genus *Aristochroa* in China (Coleoptera: Carabidae). Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 20: 174～183

Zamotajlo A S, Fedorenko D N. 2000. New species of the genus *Aristochroa* Tschitschérine, 1898 (Coleoptera: Carabidae) from west China. Russian Entomological Journal, 9: 103～112

高黎贡山齿甲属六新种
（鞘翅目：拟步甲科）*

任国栋　刘彤彤

（河北大学生命科学学院　保定　071002）

摘　要　描述中国云南高黎贡山齿甲属 *Uloma* Latreille 6 新种，模式标本保存于河北大学博物馆。

关键词　鞘翅目，拟步甲科，齿甲族，新种，中国

1　多齿齿甲，新种 *Uloma mulidenta* sp. nov.（图 1～8，47）

正模♂，云南高黎贡山（27°59′N，98°37′E；2540m alt.），2002-04-17，梁宏斌采。副模 1♂，云南高黎贡山（27°46′N，98°39′E；1510m alt.），2002-07-25，采集人同正模。

新种与卵凹齿甲（*Uloma takagii* Masumoto，1986）在外部形态上较为接近，可通过体棕褐或背面黑色，触角、口器、足深棕色，鞘翅有虚弱光泽，前胸背板凹坑后缘有 3 个缺口，小盾片三角形和前足胫节外缘有 10 齿与后者相区别。

词源：种名意指前足胫节具有多枚齿突。

2　杂色齿甲，新种 *Uloma versicolor* sp. nov.（图9～16，48）

正模♂，云南高黎贡山（27°59′N，98°37′E；2540m alt.），2002-04-17，梁宏斌采。

新种与福建齿甲（*Uloma fukiensis* Kaszab，1954）在外部形态上较为接近，与后者的主要区别为：头背有 Y 形横扁凹，触角第 5 节内侧非三角形，前胸背板前缘有横凹；颏扁桃形和中凹，四周有环毛；头胸部背面黑色，鞘翅栗色，触角、口须、前胸和足暗棕色，腹面非栗色与后者相区别。

词源：种名意指体躯有多种颜色。

3　梁氏齿甲，新种 *Uloma liangi* sp. nov.（图 17～24，49）

正模♂，云南高黎贡山（27°59′N，98°37′E；2540m alt.），2002-04-17，梁宏斌采。副模 2♂♂，2♀♀，记录同正模。

新种与四突齿甲（*Uloma excisa* Gebien，1913）在外部形态上较为接近，与后者的主要区别为：前胸背板凹无突起，凹的前半部与后半部形成折角，前半部横圆形，后半

* 本文 2004 年发表于《动物分类学报》，29（2）：295～304。

部扁圆形；颏横椭圆形，前缘有缺口，两侧有毛环；头部前半部有 Y 形凹与后者相区别。

词源：种名来自标本采集人梁宏斌博士的姓氏。

4 栗色齿甲，新种 *Uloma castanea* sp. nov.（图25～33，50）

正模♂，云南高黎贡山（27°59′N，98°37′E；2540m alt.），2002-04-17，梁宏斌采。副模2♂♂，2♀♀，记录同正模；1♂，1♀，云南高黎贡山（28°01′N，98°37′E；2540m alt.），2002-04-26；1♂，云南高黎贡山（27°47′N，98°35′E；2020m alt.），2002-04-20；1♀，云南高黎贡山（28°01′N，98°37′E；1606m alt.），2002-10-8；1♀，云南高黎贡山（27°59′N，98°37′E；2480m alt.），2002-04-24；1♀，云南高黎贡山（27°42′N，98°18′E；800m alt.），2002-07-20；采集人同正模。

新种与墨脱齿甲（*Uloma metogana* Ren，2003）在外部形态上较为接近，可通过身体背、腹面均为栗色，唇基前缘扁隆，颏中间扁平和仅基侧有棱，前胸背板前半部有簸箕形凹，其前缘和两侧有三角形突，后缘中央有1对钝突与后者相区别。

词源：种名意指体色为栗色。

5 贡山齿甲，新种 *Uloma gongshanica* sp. nov.（图34～40，51）

正模♀，云南高黎贡山（27°44′N，98°39′E；1500m alt.），2002-04-13，梁宏斌采。

新种与墨脱齿甲（*Uloma metogana* Ren，2003）在外部形态上较为接近，可通过身体黑色，唇基前缘无突起，颏中央有 V 形脊，前胸背板中央无凹，前足胫节外缘有5枚弱齿和体较大（11.7mm）与后者相区别。

词源：种名源自模式标本采集地。

6 亮黑齿甲，新种 *Uloma splendida* sp. nov.（图 41～46，52）

正模♀，云南高黎贡山（27°59′N，98°37′E；2540m alt.），2002-04-17，梁宏斌采。副模2♀♀，记录同正模。

新种与光滑齿甲［*Uloma polita*（Wiedemann 1821）］在外部形态上较为接近，可通过颏两侧具纵凹，前胫节外缘有4～5枚锐齿，体背面亮黑，触角、口器、足和鞘翅假缘折棕色，体长短于10mm与后者相区别。

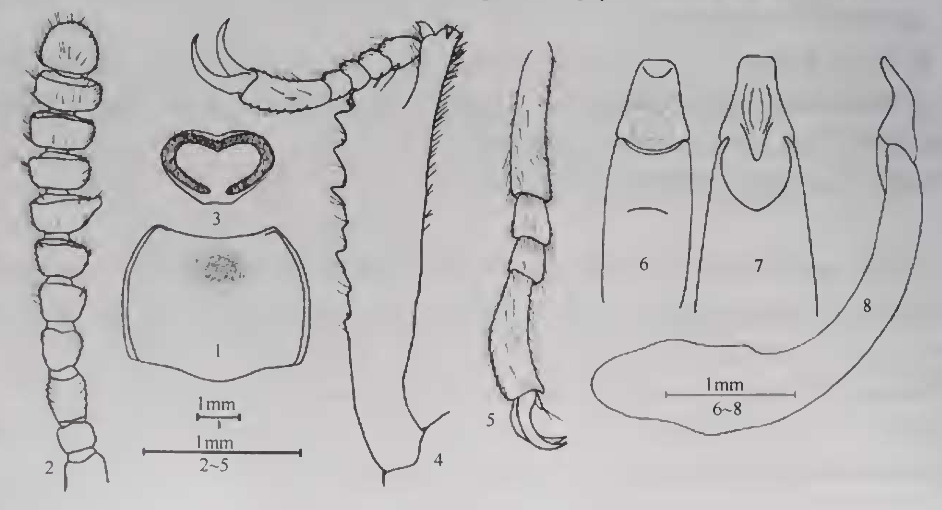
词源：种名意指虫体黑色并发亮。

Gaoligong Mountains, locates in the border between Yunnan in China and Burma, is a region of important biological diversity, so it is concerned in the whole world. We found six new species of *Uloma* Latreille, 1829 belonging to the tribe Ulomini of Tenebrionidae through identifying specimens of this region, and the specimens are collected by Dr. Liang Hong-Bin in Institute of Zoology of Chinese Academy of Sciences. All specimens are deposited in the Museum of Hebei University.

1 *Uloma mulidenta* sp. nov. (Figs. 1～8, 47)

Male. Body oblong; brown or dark, antennae, labrum, mouthparts and legs red-

dish brown; weakly shining in dorsum and on venter. Head slightly subhexagon; labrum transversely elliptic, prominent to anterior border with sparse long hair; clypeus distinctly grooved in flattened Y-shape, front border arcuate-emarginate, feebly elevated, rather closely and minutely punctata; mentum cordate, with margin elevated and hairy groove in semicircular. Antennae reaching basal 1/2 of pronotum; 3rd segment about 1.14 times longer than 4th, 5th segment to apex gradually widened, 7th segment sharply prominent to inner border, 9th ~ 10th segments transverse-oblong, more than twice as board as long, terminal segment semicircular; relative length (width) of 2nd ~ 11th segments: 8 (10), 12.5 (10.5), 11 (11.5), 10 (13), 10 (14.5), 10.5 (19.5), 10 (17), 10 (17.5), 10 (17.5), 14.5 (15). Pronotum about 1.38 times as broad as long; front border broadly emarginate; sides arcuate-curved, finely margined, broadest at middle, strongly roundly narrowed forward, gently narrowed to rear; basal border weakly bisinuate; front angles relatively prominent, hind angles obtuse; disc sparsely, finely punctata, roundly excavated at median of anterior portion, with close punctures. Scutellum pentagon. Elytra distinctly punctate-striate, intervals nearly flat, finely punctate with fine, transverse wrinkles. Propleuron longitudinally wrinkled with coarse punctures. Pretibiae less strongly widened to apices, inner margins emarginate at base, with short, yellow hair; outer margins differently dentate, base of each tooth with a process spaced by short hair; supine surface with inequable, reticulate punctures; a row of small teeth on venter. Mesotibiae dentate at outer margins. Metatibiae smooth at outer margins, relative length of 1st ~ 4th of metatarsal segments: 4.2, 1.1, 1.0, 3.5. Base of aedeagus relatively wide, but apex feebly narrow and sublinearly truncate, the apex of aedeagus bearing one semilunar depression at dorsum, and with a dumb-bell form excavation backwards; aedeagus sharply curved in lateral view.



Figs. 1 ~ 8 *Uloma mulidenta* sp. nov. . male

1: Pronotum; 2: Antenna; 3: Mentum; 4: Tibia and tarsus of forefoot; 5: Tarsus of metafoot; 6 ~ 7: Apical aedeagus in dorsal and ventral view; 8: Aedeagus in lateral view

Body length: 13mm; width: 5.0mm.

Female: unknown.

Holotype ♂, Mt. Gaoligong (27°59′N, 98°37′E; 2540m alt.), Yunnan Province, 17 April 2002, collected by LIANG Hong-Bin. Paratype 1 ♂, Mt. Gaoligong (27°46′N, 98°39′E; 1510m alt.), Yunnan Province, 25 July 2002, collected by LIANG Hong-bin.

Diagnosis. This new species is similar to *Uloma takagii* Masumoto, 1986, but the differences between them as Table1.

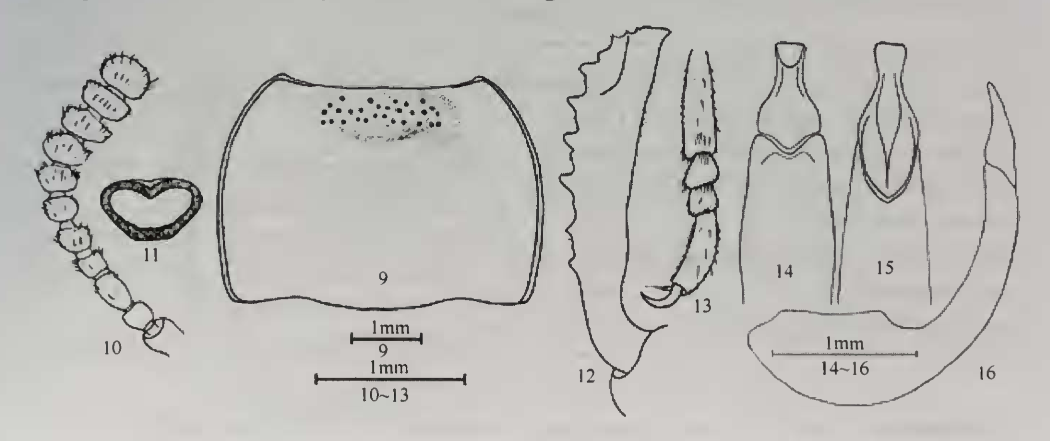
Table 1

Uloma takagii Masumoto, 1986	*Uloma mulidenta* sp. nov.
1. Light reddish brown, front borders of pronotum, apices of femora, base and outer margins of tibiae blackish brown	Brown or black in dorsum, antennae, mouth parts, legs blackish brown
2. Pronotum moderately shining, elytra rather strongly shining	Weakly shining
3. Excavation of pronotum without breach	Hind margin with 3 breaches
4. Outer margins of pretibiae with 4~6 teeth	10 teeth
Distribution: China (Taiwan)	China (Yunnan)

Etymology. From the latin, multidenta, meaning outer margins of pretibiae bearing too much teeth.

2 *Uloma versicolor* sp. nov. (Figs. 9~16, 48)

Male. Body oblong; blackish brown, antennae, labrum, mouth parts, legs and abdomens light brown; weakly shining in dorsum and inventer. Head subhexagon; labrum transverse oblong; clypeus distinctly grooved in flattened Y-shape, feebly elevated, finely punctate but robustly to hind borders; gena elevated; mentum cordate, somewhat



Figs. 9~16 *Uloma versicolor* sp. nov., male

9: Pronotum; 10: Antenna; 11: Mentum; 12: Tibia of forefoot; 13: Tarsus of metafoot; 14~15: Apical aedeagus in dorsal and ventral view; 16: Aedeagus in lateral view

concaved in middle portion, with margins elevated and short hair crowded. Antennae reaching basal 1/3 of pronotum; 3rd segment about 1.77 times longer than 4th, 5th segment to apex gradually widened, 5th segment slightly prominent to inner border, 10th segment oblong, terminal segment semicircular; relative length (width) of $2^{nd}\sim 11^{th}$ segments: 6.5 (8), 11.5 (8), 6.5 (8), 8 (9), 8 (9), 8 (11.5), 8.5 (14), 8 (15.5), 8 (15), 10 (14.5). Pronotum about 1.43 times as broad as long; front border broadly emarginated; sides arcuate-curved, finely margined; basal border weakly bisinuate; front angles prominent, hind angles obtuse; transverse oval excavation near front margins, with robust punctures; disc with sparse, fine punctate in middle, but boldly punctate at both sides. Scutellum pentagon. Elytra distinctly punctate-striate, intervals nearly flat, finely punctate with some transverse wrinkles. Propleuron coarsely, longitudinally wrinkled. Pretibiae less strongly widened to apices, inner margins emarginate at base with a row of hair; outer margins bearing about 8～10 outer teeth; supine surface of pretibiae finely punctate, with a lot of small excavations, depressedly concaved near apex; a row of 4～6 teeth on venter. Mesotibiae dentate at outer margins, relative length of $1^{st}\sim 4^{th}$ of metatarsal segments: 3.0, 0.9, 0.8, 2.6. Base of aedeagus relatively wide, but apex obviously narrow and sublinearly truncate, the apex of aedeagus bearing one semicircular depression at dorsum, and with a subcircular excavation backwards but sublinearly truncate at base; aedeagus slightly curved in lateral view.

Body length 11mm width 5.0mm.

Holotype ♂, Mt. Gaoligong (27°59′N, 98°37′E; 2540m alt.), Yunnan Province, 17 April 2002, collected by LIANG Hong-bin.

Diagnosis. This new species is similar to *Uloma fukiensis* Kaszab, 1954, but the differences between them as Table 2.

Table 2

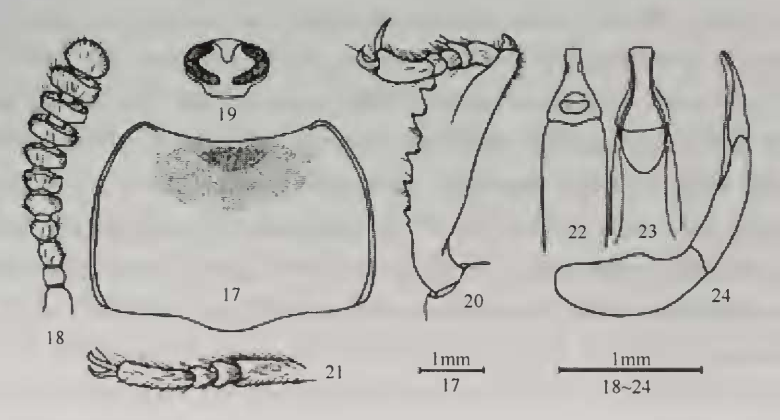
Uloma fukiensis Kaszab, 1954	*Uloma versicolor* sp. nov.
1. Dorsum of head not grooved in transverse Y-shape	Grooved in transverse flattened Y-shape
2. 5th segment of antenna triangular in inner portion	Normal
3. Front border of pronotum not emarginate; margins of mentum without hair	Transversely emarginated; cordate, con-caved in middle portion and margins hairy
4. Bay, antennae, legs and mouth parts lighter in color and rather bright	Dorsum of head and thorax dark, elytra bay, antennae, mouth organs, prothorax and legs blackish brown, abdomen not bay
Distribution: China (Fujian, Taiwan)	China (E. Yunnan)

Etymology. From the Latin, versicolor, meaning the color of the body is various.

3 *Uloma liangi* sp. nov. (Figs. 17～24, 49)

Male. Body depressed, oblong; blackish red-brown, antennae, mouth parts and

legs lighter red; strongly shining in dorsum and on venter. Labrum trapezoid; head subhexagon, distinctly grooved in flattened Y-shape; clypeus depressed, sublinearly truncate in front, closely and finely punctata, but sparse gradually toward posterior portion; gena elevated, with margins obliquely truncate, rather closely and finely punctate; frons concaved in middle, coarsely and sparsely punctate; mentum subcordate, prominent to front border, depressed in middle, a pair of hair-ring in semicircular at both sides. Antennae reaching basal 1/2 of pronotum, $3^{rd}\sim11^{th}$ segments covered by hair, 3rd segment longus-club, 4th segment to apex gradually widened, $5^{th}\sim10^{th}$ segments slightly prominent to inner border, terminal segment transverseoval, relative length (width) of $2^{nd}\sim11^{th}$ segments: 6 (7), 8 (7), 6 (8), 7 (11), 7 (12), 6.5 (13.5), 6 (15), 6.5 (15), 7 (16), 10 (14). Pronotum about 1.42 times as broad as long; front border emarginated, sides feebly arcuate-curved and widely margined, broadest at middle, strongly narrowed forward, gently narrowed to rear; basal border weakly bisinuate; front angles slightly prominent, hind angles obtuse; pronotum distinctly excavated near front border with 2 pairs of small processes located in anterior and posterior edge of the excavation respectively, and punctures in excavation sparse and conflicting, disc sparsely and finely punctate, but boldly punctate at both sides. Scutellum pentagon, sparsely and finely punctate. Elytra distinctly punctate-striate, intervals nearly flat, finely and sparsely punctate with some transverse wrinkles. Propleuron coarsely and longitudinally wrinkled. Pretibiae strongly widened to apices, inner margins distinctly emarginate at base, with a row of short hair, others sublinearly truncate, not acuate at apex; outer margins bearing about $8\sim10$ outer teeth, with a small process and several short hair at base; supine surface differently concaved in size with a depressed excavation near apex; a row of $4\sim6$ teeth on venter. Mesotibiae with 5 small teeth at outer margins. Metatibiae smooth, not dentate at outer margins, relative length of $1^{st}\sim4^{th}$ of metatarsal segments: 2.7, 0.9, 0.8, 2.5, basal segment a bit longer than terminal seg-



Figs. 17~24 *Uloma liangi* sp. nov., male

17: Pronotum; 18: Antenna; 19: Mentum; 20: Tibia of forefoot; 21: Tarsus of metafoot; 22~23: Apical aedeagus in dorsal and ventral view; 24: Aedeagus in lateral view

ment. Aedeagus sublinearly truncate and slender to apex, feebly elevated at dorsum of apices with a shallow excavation, and a concavation downward; aedeagus slightly curved in lateral view.

Body length 11mm; width 4. 5mm.

Holotype ♂, Mt. Gaoligong (27°59′N, 98°37′E; 2540m alt.), Yunnan Province, 17 April 2002, collected by LIANG Hong-bin. Paratypes 2 ♂♂, 2♀♀, same data as holotype.

Diagnosis. This new species is similar to *Uloma excisa* Gebien, 1913, but the differences between them as table 3.

Table 3

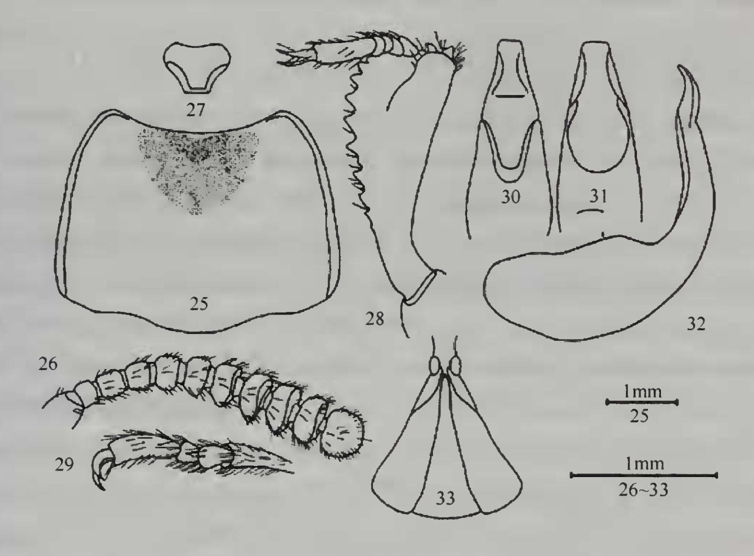
Uloma excisa Gebien, 1913	*Uloma liangi* sp. nov.
1. Pronotal excavation with 2 pairs of processes placed in posterior port-ion and near anterior edge respect-ively	Without process, anterior and posterior portion of the excavation formed ripping-angle, anterior portion transversely round, posterior portion depressedly round
2. Mentum depressedly concaved, sides margins elevated with band of hair	Transverse-oblong, front margins with breaches, both sides hairy
3. Prehead not grooved in Y-shape	Grooved in Y-shape
Distribution: China (Fujian, Guang-dong, Taiwan); Viet Nam	China (Yunnan)

Etymology. The new species is named for Dr. LIANG Hong-bin in Institute of Zoology of Chinese Academy of Sciences.

4 *Uloma castanea* sp. nov. (Figs. 25～33, 50)

Male. Body depressed, oblong; blackish red-brown, antennae, mouth parts and legs lighter brown. Head transverse, labrum trapezoid; clypeus sublinearly truncate in front, distinctly grooved in flattened Y-shape, finely punctate but boldly backward; genaslightly elevated, with outer margins feebly arcuate, and closely punctate; mentum subcordate, depressed, sparsely and finely punctate with slender grooves in both sides; ligula covered with close and short hair. Antennae reaching basal 2/3 of pronotum, 3rd segment about 1. 07 times longer than 4th, 5th segment to apex gradually widened, 6th～9th segments slightly prominent to inner border, 10th segment transverse-oblong, terminal segment transverseoval; all segments covered with hair, relative length (width) of 2nd～11th segments: 5. 5 (7. 5), 8 (7), 7. 5 (8. 5), 7. 5 (10. 5), 7 (11. 5), 7 (13), 7 (15), 8. 5 (16), 8. 5 (16), 12. 5 (14). Pronotum about 1. 34 times as broad as long; front border emarginated; sides feebly arcuate-curved and widely margined; basal border weakly bisinuate; front angles slightly prominent, hind angles obtuse; a excavation near front border, with sparse and fine punctures but boldly backwards, and 2 pairs of small

processes located in anterior and posterior edge of the excavation respectively, disc sparsely and finely punctate, but closely punctate at sides. Scutellum subcordate, sparsely punctate. Elytra distinctly punctate striate, intervals flat, sparsely and finely punctate. Propleuron slenderly and longitudinally wrinkled. Protibiae strongly widened in apical portion, inner margins distinctly emarginated at base, others sublinearly truncate; outer margins bearing big and obtuse teeth, with a small process at base; supine surface differently concaved in size; a row of 4～5 teeth on venter. Mesotibiae with 5 small teeth at outer margins, relative length of 1st～4th of metatarsal segments: 2.2, 1.0, 0.6, 2.2. Apex of aedeagus sublinearly truncate, feebly elevated at dorsum with a shallow excavation; aedeagus sharply curved in lateral view.



Figs. 25～33 *Uloma castanea* sp. nov., male
25: Pronotum; 26: Antenna; 27: Mentum; 28: Tibia of forefoot; 29: Tarsus of metafoot; 30～31: Apical aedeagus in dorsal and ventral view; 32: Lateral view; 33: ♀ Stylus in dorsal view

Body length 11mm; width 4.0～4.5mm.

Holotype ♂, Mt. Gaoligong (27°59′N, 98°37′E; 2540m alt.), Yunnan Province, 17 April 2002, collected by LIANG Hong-bin. Paratypes 2♂♂, 2♀♀, same data as holotype; 1♂, 1♀, Mt. Gaoligong (28°01′N, 98°37′E; 2540m alt.), Yunnan Province, 26 April 2002; 1♂, Mt. Gaoligong (27°47′N, 98°35′E; 2020m alt.), Yunnan Province, 20 April 2002; 1♀, Mt. Gaoligong (28°01′N, 98°37′E; 1606m alt.), Yunnan Province, 8 Oct. 2002; 1♀, Mt. Gaoligong (27°59′N, 98°37′E; 2480m alt.), Yunnan Province, 24 April 2002; 1♀, Mt. Gaoligong (27°42′N, 98°18′E; 800m alt.), Yunnan Province, 20 July 2002; collected by LIANG Hong-bin.

Diagnosis. This new species is similar to *Uloma metogena* Ren, 2003, but the differences between them as Table 4.

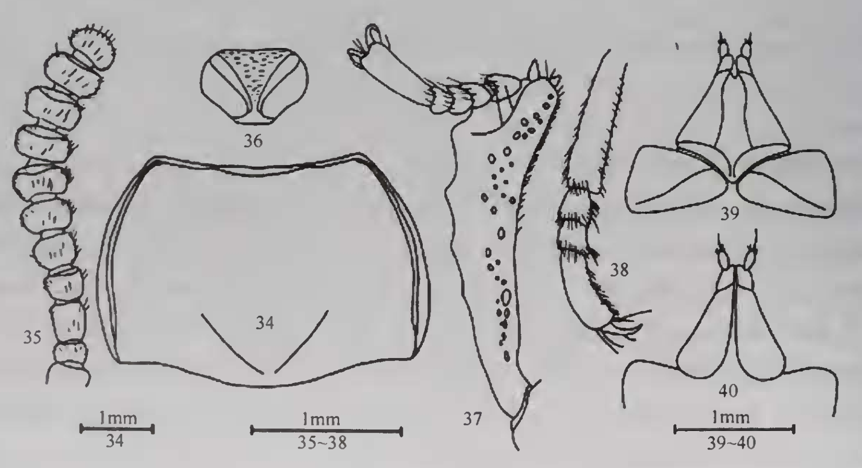
Table 4

Uloma metogana Ren, 2003	*Uloma castanea* sp. nov.
1. Body black at dorsum, red at abdomen	Bay-brown at dorsum and abdomen
2. Front border of clypeus excavated in middle with 2 tooth-like process	Depressedly elevated; depressed, with arris at base and sides
3. Mentum with triangular process in middle	With dustpan-excavation, triangular proess
4. Pronotum with shallow round-excavation in anterior portion	Located in front border and sides, a obtuse process located in middle of hind border
Distribution: China (E. Tibet)	China (W. Yunnan)

Etymology. From the latin, *castanea*, meaning chestnut brown.

5 *Uloma gongshanica* sp. nov. (Figs. 34～40, 51)

Female. Longitudinally oval; black, antennae, mentum, ligula, mouth parts, legs and abdomen lighter red; weakly shining in dorsum and abdomen. Head transverse, subhexagon; labrum transverse-elliptic, with sparse and long hair, and prominent to front border; clypeus sublinearly truncate in front, finely punctate, with frons-clypeus groove distinct; frons and gena feebly elevated, with sides arcuate, differently punctate in size; eyes transversely broad, with 3～4 facets at narrowest point in lateral view; mentum cordate, broadly grooved at both sides, V-shape elevated in middle, with coarsely and transversely wrinkled; ligula slightly emarginated in middle of front border, with sparsely hairy; maxillary palpi each with securiform terminal segment. Antennae reaching basal 1/3 of pronotum, 3rd～11th segments covered with soft hair, 4th segment subquadrate, 5th segment to apex gradually broad, 8th～10th segments transverse-oblong, terminal segment somewhat orbiculate, relative length (width) of 2nd～



Figs. 34～40 *Uloma gongshanica* sp. nov., female

34: Pronotum; 35: Antenna; 36: Mentum; 37: Tibia of forefoot; 38: Tarsus of metafoot; 39～40: ♀ Stylus in dorsal and ventral view

11th segments: 7 (9), 10.5 (9.5), 8 (11), 9 (12), 9 (14), 10 (15.5), 8 (16), 9 (17), 9 (17), 8 (14.5). Pronotum about 1.46 times as broad as long, finely and sparsely punctate; front border slightly emarginated, widely margined; sides strongly arcuate-curved and broadly margined, broadest at middle, gently narrowed to rear, strongly narrowed forward, basal border weakly bisinuate; pronotum closely and finely punctate, a pairs of oblique depression near base. Scutellum triangle, finely punctate. Elytra distinctly punctate-striate, boldly punctate, intervals flat with fine punctures, side-margins visible only at both ends in dorsal view. Pygidium with a semicircular excavation. Pretibiae slender, feebly widened at apex, inner margins relatively narrowed at base, others slightly bent, with hair in margins; outer margins bearing 6 wavelike teeth, with short hair between teeth; supine surface robustly concaved; a row of 6～8 teeth on venter. Mesotibiae bearing petty spines. Metatibiae smooth, relative length of 1st～4th of metatarsal segments: 4.2, 0.9, 0.9, 2.4. Genital armature of ovipositor bearing a long feeling-hair respectively, and some short hair at base.

Body length 12mm; width 5.0mm.

Male: unknown.

Holotype ♀, Mt. Gaoligong (27°44′N, 98°39′E; 1500m alt.), Yunnan Province, 13 April 2002, collected by LIANG Hong-bin.

Diagnosis. This new species is similar to *Uloma metogana* Ren, 2003, but the differences between them as Table 5.

Table 5

Uloma metogana Ren, 2003	*Uloma gongshanica* sp. nov.
1. Black in dorsum, slightly red in abdomen	Black
2. Front border of clypeus bearing 2 tooth-like process in middle	Without process
3. Mentum with triangular process in middle	With V-shape bridge
4. Pronotum with shallow round-excavation in middle	Without excavation
5. Outer margins of fore tibiae bearing 7 teeth	5 feeble teeth
6. Body length 10.7mm	11.7mm
Distribution: China (E. Tibet)	China (W. Yunnan)

Etymology. The new species is named for the holotype where was collected.

6 *Uloma splendida* sp. nov. (Figs. 41～46, 52)

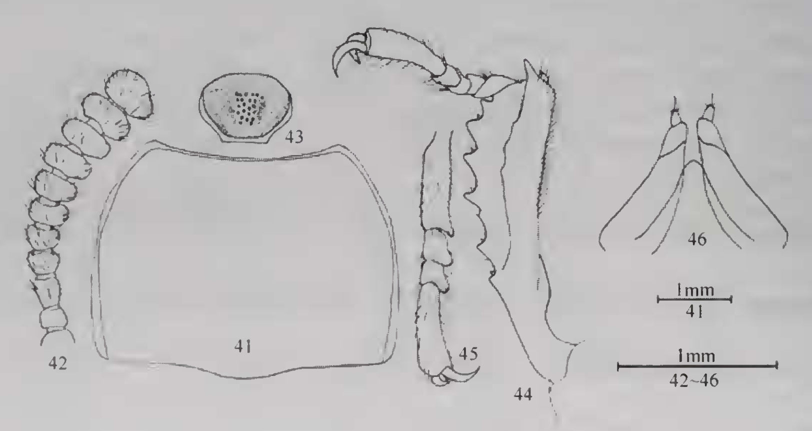
Female. Body oblong; obviously bright-black; antennae, labrum, mentum, mouth parts, legs and abdomen orange. Head small, subhexagon; labrum transverse-elliptic, slightly prominent to front border, with sparse and long hair; clypeus sublinearly truncate in front, feebly elevated, closely and finely punctate; frons elevated with bold punctures; gena slightly elevated, closely and finely punctate, with sides arcuate, excavated in front of eyes; eyes transverse, with 2～3 facets at narrowest point in lateral

view; mentum slightly prominent in front, elevated in middle, differently punctated in size, concaved in all margins, with narrow grooves at both sides; ligula diamond-horn, excavated in middle with several hair. Antennae reaching basal 1/2 of pronotum, $3^{rd} \sim 11^{th}$ segments covered with soft hair, 3rd segment a bit longer than 4th, 5th segment to apex gradually board, $9^{th} \sim 10^{th}$ segments transverse-oblong, terminal segment orbiculate, relative length (width) of $2^{nd} \sim 11^{th}$ segments: 5 (7), 8 (7), 6 (8.5), 6 (9), 5 (10). 6.5 (11). 6.5 (12.5). 7 (13.5), 7.5 (14.5), 10 (14). Pronotum about 1.4 times as broad as long, sparsely punctate; front border deeply emarginated, but margins interrupted at middle; broadest in middle, gently narrowed to rear, strongly narrowed forward, with widely margined; basal border weakly bisinuate; front angles acute, hind angles obtuse. Scutellum pentagon-like, finely punctate. Elytra distinctly punctate-striate, boldly punctate, intervals flat but finely punctate; whole side-margins visible in dorsal view, obviously in humeral portion. Pretibiae slender, gradually widened to apex, inner margins evidently narrowed at base, others sublinearly truncate, with a row of hair at apices portion; outer margins bearing about 8～10 teeth, with a small process at base; supine surface coarse, depressedly concaved near outer margins, 2～3 short teeth on venter. Mesotibiae coarse, with spinal hair. Metatibiae smooth, relative length of $1^{st} \sim 4^{th}$ of metatarsal segments: 2.7, 0.9, 0.6. 2.4. Genital armature of ovipositor bearing a long feeling-hair respectively, and some short hair at base.

Body length 10mm; width 4.0mm.

Male: unknown.

Holotype ♀, Mt. Gaoligong (27°59′N, 98°37′E; 2540m alt.), Yunnan Province, 17 April 2002, collected by LIANG Hong-Bin. Paratypes 2♀♀, same data as the holotype.



Figs. 41～46 *Uloma splendida* sp. nov. . female

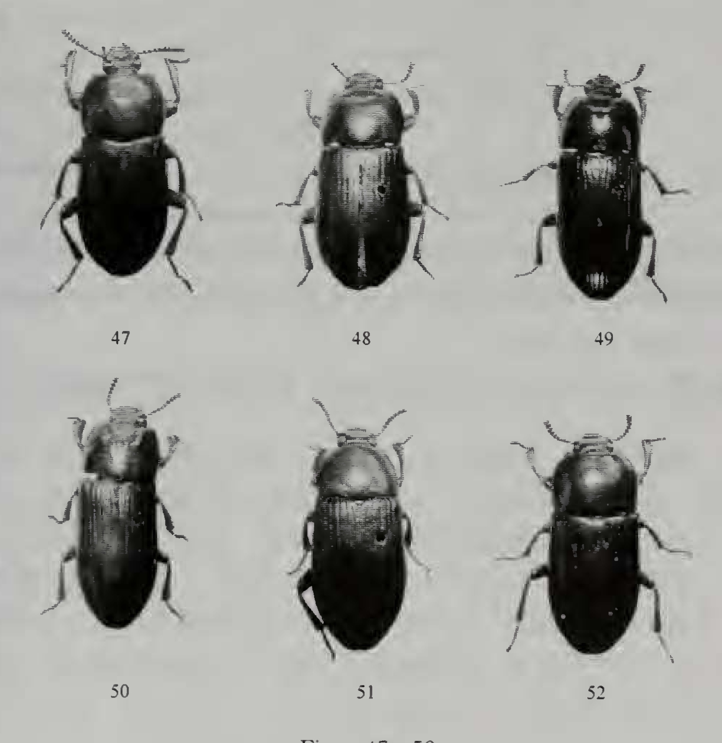
41: Pronotum; 42: Antenna; 43: Mentum; 44: Tibia of forefoot; 45: Tarsus of metafoot; 46: ♀ Stylus in dorsal view

Diagnosis. This new species is similar to *Uloma polita* (Wiedemann 1821), but the differences between them as Table 6.

Table 6

Uloma polita (Wiedemann 1821)	*Uloma splendida* sp. nov.
1. Mentum grooved in all margins	Only longitudinally concaved at both sides
2. Outer margins of pretibiae bearing wavelike teeth	4～5 sharp teeth
3. Black	Bright-black in dorsum, antennae, mouth parts, legs and epipleura brown
4. Body length 11～12mm	9～10mm
Distribution: E. & S. China; Burma, Indonesia, Malaysia, Sri Lanka	China (Yunnan)

Etymology. From the latin, *splendida*, meaning bright black.



Figs. 47～52

47:*Uloma mulidenta* sp. nov. (♂); 48:*Uloma versicolor* sp. nov. (♂); 49: *Uloma liangi* sp. nov. (♂); 50:*Uloma castanea* sp. nov. (♂); 51:*Uloma gongshanica* sp. nov. (♀); 52:*Uloma splendida* sp. nov. (♀)

Acknowledgments The authors wish to express their hearty thanks to Dr. LIANG Hong-Bin for specimens of Gaoligong Mountain .

References

Gebien H. 1927. Fauna Sumatrensis (Beitrag 31): Tenebrionidae (Col.). Suppl Ent, 15: 22～58

Gebien H. 1940. Katalog der Tenebrioniden. Mitt Munch Ent Ges, 30: 7160～8926

Kaszab Z. 1941. Tenebrioniden aus Formosa (Col.). Stettiner Entomologische Zeitung, 102: 51～72

Masumoto K, Nishikawa N. 1986. A revisional study of the species of the genus *Uloma* from Japan, Korea and Taiwan (Tenebrionidae, Coleoptera). Insecta Matsumurana, 35: 17～43

Masumoto K. 1982. Tenebriondae of Formosa (4). Elytra, 10: 17～32

Ren G D. 2002. Tenebrionidae. In: Huang B K. Faunan of Insects in Fujian Province of China Vol. 6. Fujian Science and Technology Publishing House, Fuzhou. 137～170

Six New Species of the Genus *Uloma* From Gaoligong Mountains in China (Coleoptera, Tenebrionidae)

REN Guo-dong LIU Shan-shan

(College of Life Sciences, Hebei University, Baoding 071002, China)

Abstract In the paper, six new species of *Uloma* Latreille from Gaoligong Mountains of China are described, namely *Uloma mulidenta* sp. nov., *U. versicolor* sp. nov., *U. liangi* sp. nov., *U. castanea* sp. nov., *U. gongshanica* sp. nov. and *U. splendida* sp. nov.. All type specimens are preserved in the Museum of Hebei University.

Key words Coleoptera, Tenebrionidae, Ulomini, New species, China

高黎贡山地区蚱科二新种*
（直翅目：蚱总科）

郑哲民[1]　毛本勇[2]

（1 陕西师范大学动物所　西安　710062）

（2 云南大理师范专科学校生物系　大理　671000）

摘　要　记述采自云南省高黎贡山地区蚱科 2 新种，即福贡柯蚱（*Coptotettix fugongensis* sp. nov.）及贡山拟悠背蚱（*Euparatettixoides gongshanensis* sp. nov.），模式标本保存于陕西师范大学动物研究所。

关键词　直翅目，蚱科，新种，高黎贡山

中图分类号　Q969.26

在鉴定大理师范专科学校生物系 1998 年在云南省高黎贡山地区采集的标本中，发现有蚱科（Tetrigidae）昆虫 2 新种，报道如下。模式标本保存于陕西师范大学动物研究所标本室。

福贡柯蚱，新种 *Coptotettix fugongensis* sp. nov.（图 1～3）

雌性　体小型，头顶的宽度略狭于一眼宽，前缘圆形，突出于复眼之前，中隆线明显；侧面观，头顶与颜面成圆形；颜面隆起突出，在中单眼处略凹陷，纵沟较宽，与触角基节等宽。复眼圆球形，突出。侧单眼位于复眼前缘的中部。触角丝状，着生于复眼下缘之间。前胸背板屋脊形，前缘钝角形突出；中隆线呈片状，侧面观，背板上缘前段呈弧形，后段较平；沟前区侧隆线平行；肩角钝角形；前胸背板后突楔状，顶端到达后足股节的顶端；背板侧片后缘具 2 凹陷，后角顶圆形。前翅宽卵形。后翅到达后突的顶端。前、中足股节上、下缘平直，中足股节的宽度狭于前翅能见部分的宽度。后足股节粗短，长为宽的 3 倍，膝前齿及膝齿钝。后足胫节外侧具刺 10 个，内侧 8 个，后足胫节第 1 节长于第 3 节，第 1 胫节下之第 3 垫大于第 1，2 垫，各垫顶尖。产卵瓣长为宽的 3.8 倍，上、下缘均具细齿。下生殖板长大于宽，后缘中央具 1 个三角形突出。体暗褐色，后翅黑色。后足胫节暗褐色。

雄性　体较雌性狭而小。身体构造同雌性。中足股节略宽于前翅能见部分的宽度。下生殖板短锥形。一体黄褐色。后翅黑色。后足胫节黄褐色。

体长：♂ 8.5mm，♀10.0～11.0mm。

前胸背板长：♂ 7.0mm，♀9.0～9.5mm。

后足股节长：♂ 5mm，♀6mm。

* 本文 2002 年发表于《动物分类学报》，27(2)：265～268。

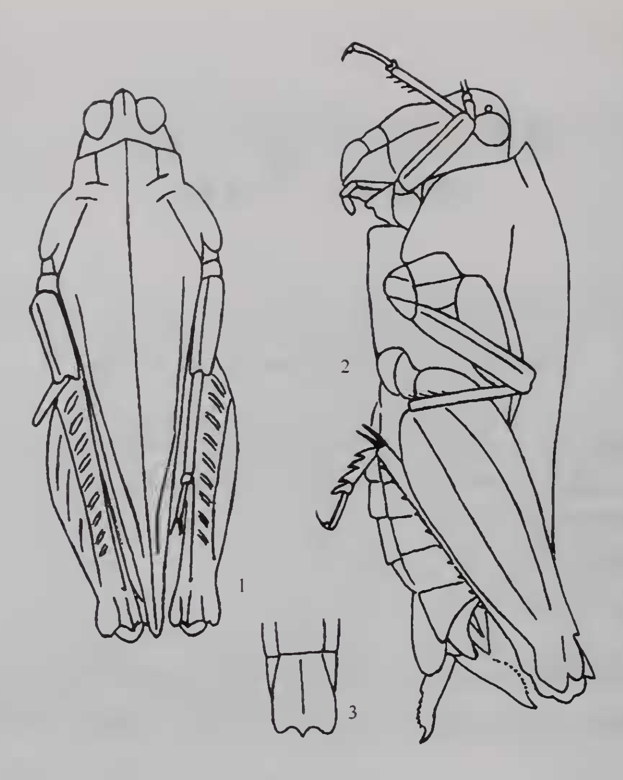


图 1～3　福贡柯蚱(*Coptotettix fugongensis* sp. nov.)新种
1:背面,♀;2:侧面,♀;3:雌性下生殖板

正模♀，副模1♂，1♀，云南福贡，1998-03-21，徐吉山采。

新种近似于贡山柯蚱（*Coptotettix gongshanensis* Zheng）及印度柯蚱（*Coptotettix indicus* Hancock），主要区别见表1。

表1　三种柯蚱的区别

贡山柯蚱 *Coptotettix gongshanensis*	福贡柯蚱，新种 *Coptotettix fugongensis* sp. nov.	印度柯蚱 *Coptotettix indicus*
头顶与一眼等宽	头顶略狭于一眼宽	头顶与一眼等宽
前胸背板前缘平直	前胸背板前缘钝角形突出	前胸背板前缘平直
前胸背板中隆线低平	前胸背板中隆线片状突出	前胸背板中隆线低平
侧观背板上缘平直	侧观背板上缘前段弧形，后段平	侧观背板上缘平直
后翅不到达后突顶端	后翅到达后突顶端	后翅超过后突顶端
肩部间具二短纵隆线	肩部间不具短纵隆线	肩部间具二短纵隆线

贡山拟悠背蚱，新种 *Euparatettixoides gongshanensis* sp. nov.（图4～6）

雄性　体小型。头部突出，高出前胸背板水平之上。头顶较宽，其宽度为一眼宽的1.3

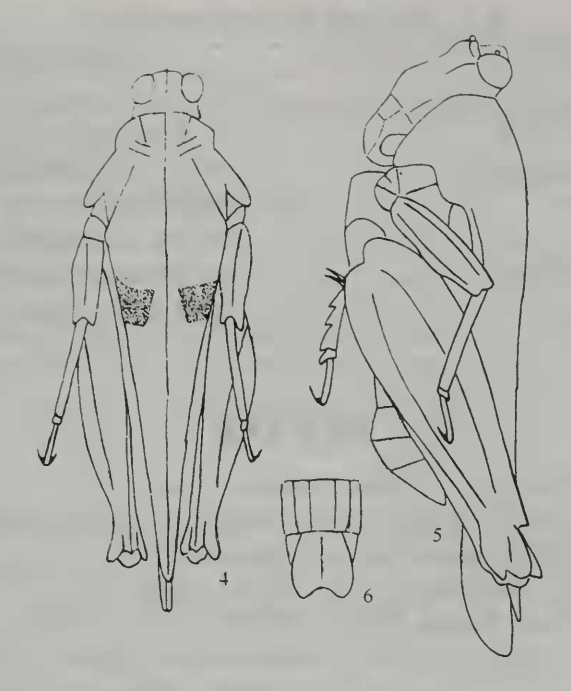


图4～6　贡山拟悠背蚱(*Euparatettixoides gongshanensis* sp. nov.)新种

4:背面,♂;5:侧面,♂;6:雌性下生殖板

倍，前缘略突出于复眼之前，具中隆线；侧面观，头顶与颜面隆起形成直角形，颜面隆起在触角之间弧形突出，纵沟的宽度与触角基节等宽。触角丝状，着生于复眼下缘之间。复眼圆球形，突出。侧单眼位于复眼前缘的中部。前胸背板前缘平直，中隆线呈片状隆起，侧面观，上缘在前段略呈弧形，后段较平；沟前区侧隆线不明显，略向后收缩；肩角钝圆角形，在肩部之间的短纵隆线不明显；后突楔状，略超过后足股节的顶端；前胸背板侧片后缘具二凹陷，后角顶圆形。前翅长卵形，后翅略超过后突的顶端。中足股节宽扁，下缘略波状，其宽度明显宽于前翅能见部分的宽度。后足股节粗短，其长度为宽度的 2.5 倍，上、下侧中隆线具细齿，膝前齿直角形，膝齿直角形。后足胫节外侧具刺 6 个，内侧 7 个，后足跗节第 1 节长于第 3 节，第 1 跗节下之第 3 垫大于第 1、2 垫，顶尖，下生殖板短锥形。

体黄褐色。后翅暗褐色。背板中部两侧具四角形黑斑。

雌性　体较雄性粗大。体暗褐色。身体构造与雄性同。上、下产卵瓣均具细齿。下生殖板后缘中央略凹陷。

体长：♂ 6mm，♀9mm。

前胸背板长：♂ 7.0mm，♀8.5mm。

后足股节长：♂ 4.8mm，♀5.0mm。

正模♂，副模♀，云南福贡，1998-03-21，徐吉山采。

新种近似于广西拟悠背蚱（*Euparatettixoides guangxiensis* Zheng），主要区别见表 2。

表 2　贡山拟悠背蚱与广西拟悠背蚱区别

广西拟悠背蚱 *Euparatettixoides guangxiensis*	贡山拟悠背蚱，新种 *Euparatettixoides gongshanensis* sp. nov.
♂，头顶为一眼宽的 1.45 倍	♂，头顶为一眼宽的 1.30 倍
侧观，头顶与颜面隆起形成钝圆形	侧观，头顶与颜面隆起形成直角形
前胸背板中隆线低平	前胸背板中隆线片状隆起
侧观背板上缘平直	侧观背板上缘前端略弧形，后段平
背板后突不到达后股节顶端	背板后突略超过后足股节顶端
后翅不到达后突顶端	后翅略超过后突的顶端

主要参考文献

蒋国芳，郑哲民．1998．广西蝗虫．桂林：广西师范大学出版社．1～390

梁铬球，郑哲民．1998．中国动物志，昆虫纲，第 12 卷，直翅目，蚱总科．北京：科学出版社．1～278

郑哲民，毛本勇．1997．滇西横断山地区蚱总科的调查．华东昆虫学报，6（1）：5～11

郑哲民．1992．直翅目：蚱科．横断山区昆虫，第 1 册．北京：科学出版社．82～94

郑哲民．1994．蚱科一新属二新种（直翅目：蚱总科）．四川动物，13（4）：146～1491

Hancock J I. 1915. Indian Tetrigidae (Acrydiinae). Records of the Indian Museum, 11 (1): 55～138

Shisodia M S 1991. Taxonomy and Zoogeography of the Tetrigidae (Orthoptera: Tetrigoidea) of North Eastern India. Rec Zool Surv India Occ Paper, No. 140, 1～204

Two New Species of Tetrigidae from Gaoligong Mountains Region (Orthoptera: Tetrigoidea)

ZHENG Zhe-Min[1] MAO Ben-Yong[2]

(1 Institute of Zoology, Shaanxi Normal University, Xián 710062;

(2 Department of Biology, Dali Teachers College, Dali 671000)

Abstract In the present paper, two new species of Tetrigidae are described. Type specimens are kept in the Institute of Zoology, Shaanxi Normal University.

***Coptotettix fugongensis* sp. nov.** (Figs. 1～3)

This new species is allied to *Coptotettix gongshanensis* Zheng and *Coptotettix indicus* Hancock. It differs from both in :①width of vertex slightly narrower than the width of an eye; ②anterior margin of pronotum obtuse angular; ③ median keel of pronotum lamellar; ④ without two short longitudinal keels between shoulders; ⑤ hind wing reaching the top of hind femur; ⑥ in profile, upper margin of pronotum arc in anterior part and straight in posterior part.

Length of body: ♂ 8.5mm, ♀ 10.0～11.0mm. Length of pronotum: ♂ 7.0mm, ♀ 9.0～9.5mm. Length of hind femur: ♂ 5mm, ♀ 6mm.

Holotype ♀, paratype 1 ♂, 1 ♀, Yunnan: Fugong (27°1′N, 98°6′E), 21 Mar. 1998, collected by XU Ji-Shan.

***Euparatettixoides gongshanensis* sp. nov.** (Figs. 4～6)

This new species is allied to *Euparatettixoides guangxiensis* Zheng, but differs in: ①width of vertex 1.3 times the width of an eye; ②in profile, vertex and frontal ridge forming a right angle; ③median keel of pronotum lamellar; ④in profile, upper margin of pronotum arc in anterior part and straight in posterior part; ⑤hind process of pronotum slightly reaching beyond the top of hind femur; ⑥hind wing reaching beyond the top of hind process.

Length of body: ♂ 6mm, ♀ 9mm. Length of pronotum: ♂ 7.0mm, ♀ 8.5mm. Length of hind femur: ♂ 4.8mm, ♀ 5.0mm.

Holotype ♂, paratype ♀, Yunnan: Fugong (27°1′N, 98°6′E), 21 Mar. 1998, collected by XU Ji-Shan.

Key words Orthoptera, Tetrigidae, New species, Gaoligong Mountains

滇西害竹的一种新叶蝉*
（同翅目：大叶蝉科）

杨 集 昆

（北京农业大学）

近年云南省西部发现一种罕见的大叶蝉，在保山地区的腾冲县和保山县的竹子上数量相当多，成虫及若虫群集于细枝与叶丛吸食为害。惊动后，成虫飞起又停落竹上，虽然虫体较大，但其色墨绿间杂而颇似栖境，不加注意尚难发现。

在德宏州的瑞丽县作者也见此虫，那是在姐相公社广双大队山中的溪流处，清澈的溪间有一片砂洲，上面除散堆砾石外并无植物。当追捕沙滩上的虎甲时，竟惊起这种大叶蝉，于是挥网赶动、竟比比皆是，低飞不远又返回“岛”上，未久得二十余只，均为雄虫。四周并无竹子，这种远途飞集的现象，只能解释是雄虫来喝水的。溪流虽长，但两岸陡峭，唯“岛”上平缓，砂粒间湿润，宜于停息痛饮。雌虫显然无此习性，这在保山得以证实，从一丛竹子上采的 25 只中仅有 3 雄，在竹上栖息的也绝大多数都是雌虫，当然是便于产卵繁殖了。

这种害竹的大叶蝉经鉴定为 *Namsangia* 属的一个新种，此属仅有印度的模式种 *N. garialis*，系 Distant（1907）所记述。其原意不详，权以“南无僧”来谐音作为 *Namsangia* 属特异叶蝉的专名。

竹南无僧叶蝉 *Namsangia bambusae*，新种

长头大型种，活体黄绿色具多少不等的黑色部分，雌大且色淡，雄小而色暗，死后不见绿色，变为橙黄至橘红。新种以干燥的针插标本来描述。

雄虫：体长（达翅端）14mm，个别近 15mm。头部前伸成长角突，其端部上翘，头顶宽阔微凹，有一对黑色的纵脊；单眼在脊的外侧，复眼在头侧向后凸出，覆在前胸侧角上，二单眼间的距离大于各自至复眼的间距；头侧脊明显，在触角窝的前上方形成钝齿突，由此向前沿头的前伸部分构成角突侧缘的锐边，均呈黑色；头的腹面膨凸，除侧脊的黑边外，角突的端部为黑色；唇基长而宽，仅前唇基中央带些褐色；触角第一节色淡、盘状，第二节球形、与刚毛状的鞭节均为深色。

前胸背板近梯形，后缘内凹成角，侧缘具脊边，背板多横皱、前区两侧具凹窝；小盾片略呈三角形，比前胸背板短，在横沟的前边有一对小褐点。前翅狭长，伸过腹端，翅面较粗糙，端室 4 个，内侧者极狭长、其基部靠近爪片的末端；后翅短而宽，具围脉，横脉 2 条，有 3 个端室。前翅色淡褐，端室及部分端前室较淡；后翅则呈黑褐色，脉为黑色；重叠时，前翅衬透后翅呈黑色，但边缘仍为淡褐色。足细长，胫节均具细刺

---

* 本文 1984 年发表于《昆虫分类学报》，6(2、3)：197～199。

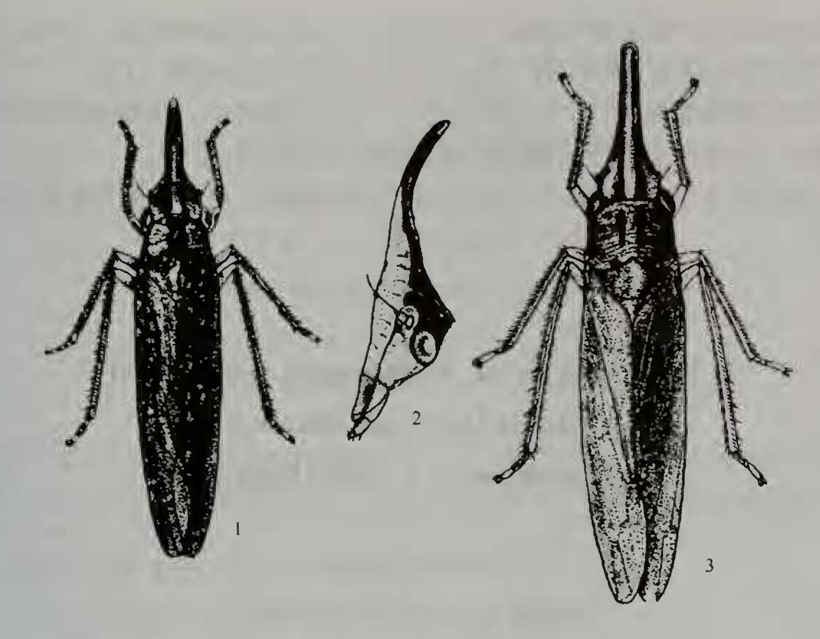


图1～3　竹南无僧叶蝉（*Namsangia bambusae* Yang，sp. n.）
1：♂，背视；2：其头部，侧视；3：♀，背视

列，附节褐色，胫节前中足均为褐色，后足则仅基部带褐色，前足的腿节中段也有褐色。

头和前胸及小盾片的黑色部分多变化，一般头顶只有一纵的橙黄色条纹，复眼内侧为一橘红色的斑；前胸背侧在前区也为一对大橘红色斑块；小盾片或全部橘红色，或横沟以后褐色，或沟前中部黑褐，甚至整个呈黑褐色。

腹部背板全为黑色，腹板则呈橙黄色。

雌虫：体长16，个别几达17mm。头胸与雄虫相似，但色彩不同。头部橙黄，仅侧脊及一对中脊黑色，胸背橘红，前胸除侧脊黑色外，背面有一对黑斑；小盾片则只有横沟前边的一对小褐点，基部的一对黑斑则被前胸所覆盖、仅微透露。前翅橙黄，后翅黑褐，重叠时则衬透起来呈灰褐色。足的颜色也淡，仅跗节端部褐色，前足跗节褐色，有时胫节也呈黑褐色。腹部背面大部分黑色，但两侧仍有宽的黄边，腹面全为黄色。

正模♂，配模♀，副模1♂、21♀♀，云南省保山县（1981-V-11，杨集昆）；同地副模1♂、10♀♀（李法圣），腾冲县8♂♂（1981-IV-28，李法圣、杨集昆）；瑞丽县21♂♂（1981-V-1，杨集昆、李法圣）。

若虫：老熟时体长约11mm，橙黄色，体背两侧具黑褐色纵条，背中也有不显著的纵斑带两条，体狭长，形状似成虫，翅芽渐尖，伸达第三腹节中部。四月底若虫长成，为羽化初期，在腾冲县采到大量若虫和刚羽化的成虫，系何俊华同志发现后相告的，在此顺表谢意。

新种确知为害毛竹，故以寄主来命名为 *bambusae*，与印度的 *garialis* 极相似，但该种体型要更大（长19mm），且头前伸的角突的端部膨大而显然不同。

需要指出的是 Distant（19072：59）在原始记述时所用的唯一模式标本是不很完整

的，前足胫节以下、中后足附节均缺，且无触角，同时也未说明性别（由所描述来看应为雄虫）。更主要的是该书的插图（Fig. 166）是与次页的插图（Fig. 167）对调了。这一技术性错误使他在校稿时发生误解又加了一个多余的脚注，解释后者绘图用的标本前足胫节断掉，而实际是完好无缺的。

新种的模式标本中有 2 对选送西北农学院周尧教授处，其余均保存在北京农业大学昆虫标本室。

A New Species of *Namsangia* from West Yunnan Injuring Bamboo (Homoptera: Cicadellidae)

YANG Ji-kun

(Beijing Agricultural University)

Abstract Holotype ♂, allotype ♀, and paratypes 2 ♂♂, 21 ♀♀. (1981-V-11) from Baoshan Co., 8 ♂♂ (1981-IV-28) from Tengchong Co., all in Baoshan Pr., and 21 ♂♂ (1981-V-1) from Ruili Co., of the Dehong Dai-Jingpo Aut. Pr., Yunnan Province. Allied to the type species of this genus *N. garialis* Distant (1907) from India, head with a long and recurved process, but the apex is not ampliated and spatulate as the type species. Length of body including the tegmina 14～15 mm. (♂) and 16～17mm. (♀) whereas in the *N. garialis* it is 19mm.

The male (Fig. 1) is darker in colour than the female (Fig. 3), head, pronotum and scutellum with orange red markings, but this is variable in specimens, as the female is chiefly orange red and with blackish striae and markings only. The type specimens are kept in the Insect collections of the Beijing Agricultural University, and two pairs of them in the Northwestern College of Agriculture.

Key words *Namsangia bambusae*, New species, West Yunnan

云南怒江峡谷的蝴蝶资源*

董大志[1]　大卫·卡凡诺[2]　李　恒[3]

（1 中国科学院昆明动物研究所，云南昆明　650223）

（2 美国加州科学院，旧金山　94118）

（3 中国科学院昆明植物研究所，云南　昆明　650224）

摘　要　报道云南怒江峡谷的蝴蝶共 11 科 115 属 225 种。同时提出改造怒江峡谷为蝴蝶峡谷、开办蝴蝶牧场、发展蝴蝶贸易、建立科普园地、加强生态环境的恢复和蝶类资源保护等 5 点建议。

关键词　蝴蝶资源，怒江峡谷，云南

中图分类号　Q 969.438.1

文献标识码　A

1　概述

位于云南西部的世界第二大峡谷——怒江峡谷。是在历次造山运动，特别是喜马拉雅造山运动高原抬升，河谷下切，长期侵蚀和剥蚀后形成。怒江由北向南，奔腾怒吼，水流湍急。高黎贡山、碧落雪山纵贯南北，山势巍峨陡峭，峰峦重叠，最高海拔 4649m，最低海拔 738m，高差达 3911m，平均深度 2000m，一般坡度 40°左右。山高谷深，地势起伏剧烈，气候环境多样。由于独特的地形地貌和丰富多彩的自然环境，导致了一系列的生物效应。长期以来一直极大地吸引着许多中外学者的关注。

由昆明植物研究所、昆明动物研究所和加州科学院组成的高黎贡山生物多样性考察队对怒江州的六库、泸水、福贡、贡山等地区动植物进行了考察，共收集动植物标本约 2 万余号，其中昆虫和其他节肢动物标本约 1 万余号，现将已鉴定的蝶类方面情况报道如下。

2　怒江峡谷蝶类资源情况

怒江峡谷包括六库、泸水、福贡、贡山县境地带。该地区的地貌特点形成了独特的植物生态垂直景观，从江边的河谷热带雨林季雨林依次往上为山地亚热带常绿阔叶林、低山亚热带常绿阔叶林、中山温暖混交林、亚高山针叶林、高山草甸等 6 个植物垂直带景观（董大志　1992）。由于以上自然生态特点，形成峡谷两侧明显的昆虫垂直景观，昆虫资源十分丰富。该地区的蝶类据有关资料报道，已发现有 11 科 80 属 107 种。根据我们调查有 11 科 115 属 225 种，比原已知种类增加 118 种，其中珍稀特有种 8 种，在

* 本文 2002 年发表于《西南农业大学学报》，24(4)：289～292。

种名后附有说明，具体名录如下。

2.1 凤蝶科（Papilionidae）10属22种

中华翠凤蝶（*Achillides bianor* Cramer），巴黎凤蝶（*A. pans* L.）、柑橘凤蝶（*Papilio xuthus* L.）、碧凤蝶（*P. biantor* Cramer）、金凤蝶（*P. machaon* L.）、玉斑凤蝶（*P. helenus* L.）、蓝凤蝶（*Menelaides protenor* Cramer）、黄缘凤蝶（*M. nephelus* Boisduval）、玉带凤蝶（*M. polytes* L.）、红基蓝凤蝶（*M. alcmenor* C. & R. Felder）、藏东麝凤蝶（*Byasa daemonius* Alpheraky）、麝凤蝶（*B. polyeuctes* Doubleday）、瑰丽麝凤蝶（*B. latreillei* Donovan）、茶褐斑凤蝶大陆亚种（*Chilasa agestor restrictor* Leech）、蓝带青凤蝶（*Graphium sarpedon* L.）、长尾青凤蝶指名亚种（*G. cloanthus cloanthus* Westwood）、达摩凤蝶（*Princeps demoleus* L.）、白带燕尾凤蝶（*Lamprotera curius* Fabricius）、剑凤蝶中国亚种（*Pazala glycerion mandarina* Oberthur）、瓦山剑凤蝶（*P. tamerlanus* Oberthur）、四纹绿凤蝶（*Pathysa agetes* Westwood）、五纹绿凤蝶（*P. antiphates* Cramer）。

2.2 绢蝶科（Parnassidae）1属2种

普通红绢蝶（*Parnassius cephalus* Gr.-Grsh.）、黑缘小绢蝶（*P. simo* Gray）。

2.3 粉蝶科（Pieridae）16属32种

黄翅绢粉蝶（*Aporia agathon* Gray）、大翅绢粉蝶（*A. largeteaui* Oberthur）、箭纹绢粉蝶（*A. goutellei* Oberthur）、小檗绢粉蝶（*A. hippia* Bremer）、三黄绢粉蝶云南亚种［*A. lasraldei nutans* (Oberthur)］、猫斑绢粉蝶黑色亚种（*A. acraea lotis* Leech）、不丹绢粉蝶（*A. larraldei* Oberthur）、妹粉蝶（*Mesapia peloria* Hewitson）、菜粉蝶东方亚种（*Artogeia rapae orientalis* Oberthur）、褐脉菜粉蝶（*A. melete* Menetries）、多点菜粉蝶（*A. canidia* Sparrman）、大菜粉蝶尼泊尔亚种（*Pieris brassicae nepalemis* Doubleday）、阿萨姆菜粉蝶（*Appias lalage* Doubleday）、迁粉蝶（*Catopsilia ponmona* Fabricius）、淡紫异粉蝶（*Cepora nadina* Lucas）、橙脉豆粉蝶中华亚种（*Colias fieldi chinensis* Oberthur）、斑纹豆粉蝶中华亚种（*C. erate sinensis* Verity）、褐基斑粉蝶（*Delias pasithoe* L.）、橙肩斑粉蝶（*D. belladonna* Fabricius）、里黄斑粉蝶（*D. agostina* Hewitson）、红缘斑粉蝶（*D. hyparete* L.）、维氏斑粉蝶（*D. wilemani* Jordan）、普通黄粉蝶（*Eurema hecabe* L.）、无标黄粉蝶（*E. brigitta* Stoll）、矩翅粉蝶（*Dercas verhuelli* Hoeven）、橙翅方粉蝶（*D. nina* Mell）、橙翅鼠李粉蝶（*Gonepteryx amintha* Blanchard）、淡色鼠李粉蝶（*G. aspasia Menetries*）、黑缘橙粉蝶（*Ixias pyrene* L.）、花粉蝶（*Pontia daplidice* L.）、锯粉蝶（*Prioneris thestylis* Doubleday）（珍稀特有种）、褐顶粉蝶（*Hebomoia glaucippe* L.）（珍稀种）。

2.4 斑蝶科（Danaidae）4属9种

金斑蝶（*Anosia chrysippus* L.）、异形紫斑蝶指名亚种［*Euploea mulciber mulciber* (Cramer)］，线纹紫斑蝶（*E. mulciber* Cramer），蓝点紫斑蝶（*E. midamus*

L.，珍稀种），褐脉紫斑蝶南亚亚种 *E. coregodartii* Lucas、小青斑蝶（*Parantica aglea* Stoll）、后褐青斑蝶（*P. sita* Kollr）、橙青斑蝶（*P. melaneus* Cramer）、粗脉棕斑蝶［*Danaus genutia*（Cramer）］。

2.5 眼蝶科（Satyridae）9 属 34 种

拟网纹荫眼蝶（*Neope simulans* Leech）、网纹荫眼蝶［*N. christi*（Oberthur）］、黑点荫眼蝶（*N. muirheadii* Felder）、金色荫眼蝶（*N. niphonica* Bulter）、灰黑荫眼蝶（*N. yama* Moore）、黄斑荫眼蝶台湾亚种（*N. pulaha didia* Fruhstorfer）、丛条林眼蝶（*Aulocera marlina* Oberthur）、直带林眼蝶（*A. padma* Kollar）、窄点林眼蝶（*A. sybillina* Oberthur）、艳眼蝶波里亚种（*Callerebia orixa polyphemus* Oberthur）、双瞳艳眼蝶（*C. perocellata* Wkt.）、米勒黛眼蝶（*Lethe moelleri* Elwes）、银纹黛眼蝶（*L. andersoni* Atkinson）、白带黛眼蝶（*L. confusa* Aurivillius）、玉带黛眼蝶（*L. europa* Fabricius）、深山黛眼蝶（*L. insana* Kollar）、小银斑黛眼蝶（*L. jalaurida* Niceville）、暗纹黛眼蝶（*L. maitnya* Niceville）、四纹黛眼蝶（*L. mekara* Moore）、二瞳黛眼蝶（*L. proxima* Leech）、黄环黛眼蝶（*L. rohria* Fabricius）、大黛眼蝶（*L. sura* Doubleday）、紫线黛眼蝶（*L. verma* Kollar）、玉山黛眼蝶［*L. niitakana*（Matsumura）］、暮眼蝶（*Melanitis leda* L.）、黑暮眼蝶（*M. phedima Cramer*）、霍氏眉眼蝶（*Mycalesia horsfieldi* Moore）、无瞳眉眼蝶（*M. lepcha* Moore）、无纹眉眼蝶（*M. perseus* Fabricius）、隐纹稻眼蝶（*Orsotriaena medus* Fabricius）、山带眼蝶（*Pararge episeopalis* Oberthur）、双瞳带眼蝶（*P. minuscula* Oberthur）、普通鄰眼蝶（*Ypthima baldua* Fabricius）、迅速鄰眼蝶（*Y. dromon* Oberthur）。

2.6 环蝶科（Amathusiidae）2 属 3 种

白兜箭环蝶（*Stichophthalma fruhstorferi* Rober，珍稀种类）、路易箭环蝶（*S. louisa* Wood-Mason）、灰翅串珠环蝶指明亚种［*Faunis aeropeaerope*（Leech）］。

2.7 蛱蝶科（Nymphalidae）46 属 83 种

苎麻蛱蝶（*Acraea issoria* Hubner）、端黑角蛱蝶（*Adoliar dirtea* Fabricius）、荨麻蛱蝶（*Aglais urticae* L.）、荨麻蛱蝶中华亚种（*A. urticae chinensis* Leech）、印度紫蛱蝶（*Apatura ambica* Kollar）、白条紫蛱蝶指名亚种［*A. chevana chevana*（Moore）］、紫闪蛱蝶（*A. iris* L.）、拟蒙蛱蝶（*Araschnia prorsoides* Blarnchard）、斐豹蛱蝶（*Argyeus hperbius* L.）、老豹蛱蝶（*A. laodice* Pallas）、波缘蓖麻蛱蝶（*Ariadne ariadne* L.）、异形豹蛱蝶［*Damora sagana*（Doubleday）］、青豹蛱蝶（*D. sagana* Doubleday）、奥蛱蝶翠绿亚种（*Auzakia danava* Leech）、彩衣俳蛱蝶（*Parasarpa hourberti* Oberthur）、金纹带蛱蝶（*Athyma cama* Moore）、玄珠带蛱蝶（*A. perius* L.）、相思带蛱蝶云南亚种（*A. nefte asita* Moore）、白条带蛱蝶台湾亚种（*A. jina sauteteri* Fruhstoder）、小豹蛱蝶（*Brenthis daphne* Denis et Schiffermuller）、银斑小豹蛱蝶（*Boloria euplrosyne* L.）、白带锯蛱蝶［*Cethosia cyane*（Drury）］、红锯蛱蝶指明亚种［*C. biblis biblis*（Drury）］、肃蛱蝶［*Sunmalia daraxa*（Doubleday）］、姹蛱蝶［*Chalinga eluesi*（Oberthur）］、大银豹蛱蝶［*Childrena childreni*（Gray），珍稀种

类]、珍蛱蝶指明亚种 [*Clossiana gong gong* (Obertur)]、丝纹蛱蝶 (*Cyrestis thyodamas* Boisduval)、矛翠蛱蝶景东亚种 (*Eutlhalia aconthea kingtungensis* Lee)、白裙翠蛱蝶 (*E. lepidae* Buthler)、嘉翠蛱蝶 [*E. kardama* (Moore)]、红斑翠蛱蝶 [*E. lubentina* (Cramer)]、纹翠蛱蝶 [*E. alpheda* (Godart)]、芒蛱蝶 (*Euripus nyctelius* Doubleday)、鹰翠蛱蝶 [*E. anosia* (Moore)]、西藏翠蛱蝶 (*E. thibetana* Poujade)、凸纹豹蛱蝶 (*Fabriciana adippe* L.)、凹纹豹蛱蝶 (*F. nerippe* Felder.)、帕夏黄纹蛱蝶 (*Herona marathus* Doubleday)、溪流拟斑蛱蝶 (*Hestina nama* Doubleday)、拟斑脉蛱蝶 (*H. persimilis* Westwood)、晕紫蛱蝶 (*Hypolimnas bolina* L.)、拟金斑蛱蝶 (*H. misippus* L.)、琉璃蛱蝶 (*Kaniska canace* L.)、蝶形白斑蛱蝶 (*Litinga cottini* Oberthur)、黑脉网蛱蝶 (*Melitaea araesia* Bremer)、藏东网蛱蝶 (*M. jezebel* Oberthur)、圆翅网蛱蝶 (*M. yuenty* Oberthur)、白珠蛱蝶 (*Moduza procris* Cramer)、宽环蛱蝶 (*Neptis mahendra* Moore)、森环蛱蝶 (*N. nemorum* Oberyhur)、德环蛱蝶 (*N. dejeani* Oberthur)、中环蛱蝶台湾亚种 (*N. hylas luculenta* Fnruhstorfer)、弥环蛱蝶 (*N. miah* Moore)、基环蛱蝶 (*N. nashona* Swinhoe)、小环蛱蝶 (*N. sappho* Pallas，珍稀特有种)、娜环蛱蝶 (*N. nata* Moore)、金蟠蛱蝶 [*Pantaporia hordonia* (Stoll)]、狭线星点蛱蝶 (*Parathyma venata* Leech)、拟豹纹蛱蝶 (*Phalanta phalantlua* Drury)、银钩角蛱蝶 (*Polygonia calbum* L.)、金钩角蛱蝶 (*P. caureum* L.)、热带双尾蛱蝶 (*Polyura athamas* Drury)、单列双尾蛱蝶 (*P. dolon* Westwood)、大双尾蛱蝶 (*P. eudamippus* Doubleday)、针双尾蛱蝶 (*P. narcaea* Hewitson)、孔雀眼纹蛱蝶 (*Precis almana* L.)、蓝斑眼蛱蝶 (*P. hierta* Fabricius) 褐色眼纹蛱蝶 (*P. iphita* Cramer)、柠檬眼蛱蝶 (*P. lemonias* L.)、翠蓝眼蛱蝶 (*P. orithya* L.)、翠蓝眼蛱媒凸形亚种 (*P. orithya isocratia* Hubner)、假蓖麻蛱蝶 (*Pseudergolis wedah* Kollar)、朴黑眼蛱蝶 (*Rohana parisatis* Westwood)、东方帅蛱蝶 (*Sephisa chandra* Moore)、白点黑蛱蝶 [*Stibochiona nioea* (Gray)]、绿纵带蛱蝶 (*Sumalia daraxa* Dbldy)、金带断蛱蝶 (*Symbrenthia hippoclw* Cramer)、假尾蛱蝶 (*Vagrans egista* Cramer)、绿裙带蛱蝶 [*Tanaecia julii* (Lesson)]、全球赤蛱蝶 (*Vanessa cardui* L.)、印度赤蛱蝶 (*V. indica* Herbst)、角橙翅蛱蝶 (*Vindula erota* Fabricius，珍稀特有种)。

2.8 喙蝶科 (Libytheidae) 1 属 2 种

棒纹喙蝶 (*Libythea myrrha* Godart，珍稀特有种)，棒纹喙蝶血斑亚种 (*L. myrrha sanguinalis* Fruhstorfer，珍稀特有种)。

2.9 蚬蝶科 (Riodinidae) 5 属 13 种

曲带褐蚬蝶 (*Abisara abnormis* Moore)、方裙褐蚬蝶 (*A. freda* Bennett)、黄带褐蚬蝶 [*A. fyulla* (Westwood)]、白带褐蚬蝶 [*A. fylloides* (Moore)]、长尾褐蚬蝶 [*A. neophron* (Hewitsan)]、黑燕尾蚬蝶 (*Dodona deodata* Hewitson)、大斑尾蚬蝶 (*D. egeon* Westwood)、白燕尾蚬蝶 (*D. henrici* Holland)、银纹尾蚬蝶 (*D. eugenes* Bates)、斜带缺尾蚬蝶云南亚种 (*D. ouida palay* Fruhatoifer)、喇嘛小蚬蝶

(*Polycaena lama* Leech)、白蚬蝶中越亚种（*Stiboges nymphidia elodinia* Fruhsterfer)、波视蝶［*Zemeros flegyas*（Cramer)］。

2.10 灰蝶科（Lycaenidae）8 属 10 种

婀灰蝶西藏亚种（*Albulina orbitula pheretes* Hoffmansegg)、尖翅银灰蝶（*Cunetis acuta* Moore)、翠蓝黄灰蝶（*Heliophorus saphir* Blenchard)、古铜黄灰蝶（*H. brahma* Moore)、浓紫彩灰蝶［*H. ilacde*（de Niceville)］、橙红薯灰蝶（*Loxura atymnus* Cramer)、丽罕莱灰蝶（*Helleia li* Oberthur)、点染燕灰蝶［*Rapala suffusa*（Moore)］、豆粒银线灰蝶指明亚种［*Spindasis syama syama*（Horsfiedld)］、青白琉璃灰蝶（*Udara dilecta* Moore)。

2.11 弄蝶科（Hesperiidae）13 属 15 种

尖翅弄蝶［*Badamia exclamationis*（Fabricius)］、黄斑银弄蝶（*Carterocephalus alinoides* Lee)、斜带星弄蝶［*Celaenorrhinus aurivittatus*（Moore)］、绿弄蝶［*Choaspes benjamii*（Guerin-Meneville)］、黑弄蝶台湾亚种［*Damuo tethys moon*（Mabille)］、尖翅椰弄蝶［*Gangara kbadea*（Hewitson)］、纬带趾弄蝶［*Hasora Vitta*（Butler)］、双带弄蝶［*Lobocla bifasciata*（Bremer et Grey)］、毛脉弄蝶［*Maoreana trichoneura*（Felder et Felder)］、曲纹袖弄蝶［*Notocrypta curvifascia*（Felder et Felder)］、菩提赭弄蝶［*Ochiodes bouddha*（Mabille)］、雪山赭弄蝶［*O. siva*（Moore)］、白斑赭弄蝶［*O. subhyalina*（Bremer et Grey)］、中华谷弄蝶（*Pelopidas sinensis* Mabille)、花弄蝶［*Pyrgus maculatus*（Bremer et Grey)］。

3 建议

从上可以看出怒江峡谷的蝶类资源是相当丰富的，根据该地区的地形、地貌、气候、植被、海拔及资源优势等，特提出如下几点建议。

3.1 改造怒江峡谷为蝴蝶峡谷

怒江峡谷特殊的地理位置和壮观地貌形态的垂直景观产生了独特奇异的生物群落，是动植物生长繁衍的优良场所，孕育着丰富的蝶类资源。经初步调查，该地区的蝶类有 11 科，115 属，225 种，但还有许多种类尚未发现，估计该地区的蝶类约有 400 余种。虽然到目前为止还未发现有国家 I，II 级蝶类保护动物，但国内已知的 11 个科的蝶类，该地区都有分布，可见该地区的蝶类资源是十分丰富的。因此，特提出建议将怒江峡谷改造成蝴蝶峡谷，为该地区旅游业和经济发展开辟道路。

3.2 开办蝴蝶牧场

以畜牧业与蝴蝶饲养相结合，在该地区开办多个蝴蝶牧场，以当地的蝶类资源为主，引入一些其他地区有分布的珍贵蝶类，如喙凤蝶、褐凤蝶等，进行饲养繁殖，加工制作成各种工艺美术品，打入国际市场。

3.3 发展蝴蝶贸易

当今的蝴蝶贸易业发展较快，自 20 世纪 60 年代以来，国外在一些国家兴起的“蝴

蝶饲养场”、“蝴蝶公园”、“蝴蝶牧场”等，如巴布亚新几内亚开办的蝴蝶饲养场，繁殖了许多举世稀有的“巨凤蝶”。国内南方的一些省份，如广东等地也正在兴起，效益较突出的是台湾，开办了几十家蝴蝶加工厂，每年出口蝴蝶标本和蝴蝶工艺品换取外汇收入达 2500 万美元。云南的西双版纳、大理等地的蝴蝶饲养场也取得明显效果，所以开办蝴蝶牧场或加工厂在蝴蝶资源开发利用上具有较广阔的前景。

3.4 建立科普园地

在一些交通比较方便的地区建立科普园地，利用蝴蝶或其他昆虫，介绍有关科学知识，为认识蝴蝶、植物与环境等关系，向青少年和国内外旅游观光者提供科研、教学、环境保护等方面的天然科研园地。

3.5 加强生境的恢复和蝶类资源保护

虽然怒江峡谷的蝶类资源十分丰富，种类较多，数量也较大，但近几年来资源破坏严重，原因是森林植被日渐破坏，造成生态平衡失调，使蝶类赖以生存的生活环境及食物来源受到严重影响，加上近年来对许多经济蝶类的过度捕杀，使许多蝶类的数量大为减少，如金裳凤蝶、喙蝶、环蝶、樟青凤蝶、麝凤蝶、巴黎凤蝶等蝶类日渐减少，如不尽快加强生境的恢复和资源保护，这些珍贵的蝶类将面临着濒危和绝灭的危险。

主要参考文献

董大志，王云珍. 1987. 云南胡蜂垂直分布及其区系分析. 动物学研究，8(1)：343～352
李传隆，李昌廉. 1995. 云南蝴蝶. 北京：中国林业出版社. 1～152
李传隆，珠宝云. 1992. 中国蝶类图谱. 上海：远东出版社. 1～152
赏蝶人. 1981. 台湾的蝴蝶. 台湾：自然科学文化事业公司. 1～213
周尧. 1994. 中国蝶类志上下册. 郑州：河南科学技术出版社. 1～408，409～854

Butterfly Resources of Nujiang Canyon in Yunnan

DONG Da-zhi[1] David Kavanauph[2] LI Heng[3]

(1 Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica, Kunming Yumnan 650223, China)

(2 California Academy of Science, San Francisco, California 94118, USA)

(3 Kunming Institute of Botany, Academia Sinica, Kunming, Yunnan 650224, China)

Abstract The present paper describes 225 species of butterfly, involving 11 families and 115 genera, recorded in a survey in Nujiang Canyon of Yunnan Province. Five proposals are offered about the protection of the butterfly resources and rejuvenation of the ecological environment of Nujiang Canyon.

Key words Butterfly resource, Nujiang Canyon, Yunnan

怒江黄胡蜂属一新种（膜翅目：胡蜂科）*

董大志　王云珍　何远辉　王瑞武

（中国科学院昆明动物研究所，云南昆明　650223）

摘　要　记述采自云南怒江的黄胡蜂属（*Vespula*）一新种：怒江黄胡蜂（*Vespula nujiangensis* sp. nov.）模式标本保存在中国科学院昆明动物研究所。

关键词　膜翅目，胡蜂科，黄胡蜂属，新种，怒江

中图分类号 S 969.554.4

文献标识码 A

怒江黄胡蜂（*Vespula nujiangensis* Dong et Wang）新种（图 1）

雌：体长 15mm。体中型，棕色，有黄色和黑色斑纹。额下部中央两触角窝之间至唇基有 1 倒梯形黄斑，斑下部中央有 1 褐色小斑。两复眼内缘凹陷部分和下至唇基，上至头顶各 1 紧邻复眼窄带状斑黄色。后颊黑色，紧邻两复眼后缘顶部至上额基部各具 1 宽带状黄斑。触角支角突、柄节黑色，鞭节背面黑色，腹面锈色。单眼棕色。唇基黄色，基部中央 1 纵斑和近端部两侧各 1 小弧形斑淡褐色。上颚黄色，近基部处各具 1 淡褐色圆斑，端齿黑色。前胸背板黑色，端部边缘邻接中胸背板两侧各具 1 黄色窄纵带。中胸背板完全呈黑色。小盾片黑色，基部具 1 两侧宽中间窄的黄色横带。后小盾片黑色，基部具 1 弧形窄黄色横带，两侧各具 1 黄色小斑。并胸腹节黑色。中胸侧板黑色，中央具 1 黄色纵斑。后胸侧板完全呈黑色。翅基片黄色，外侧中央有 1 褐色小斑。翅呈棕色，前翅前缘色略深。前、中、后足黄色，基节、转节、股节基部各具 1 黑色小斑，股节基半部棕色。第 1 腹节背板棕色，端部具 1 中央凹陷的黄色横带，腹板棕色，端部两侧各具 1 黄色斑。第 2 腹节背板棕色，基部具 1 中央向后突出的黑色横带，端部边缘具 1 中央凹陷的黄色横带，腹板棕色，端部具 1 黄色横带。第 3～5 节背、腹板均棕色，基部各具 1 黑色横带，端部边缘各具 1 黄色横带。第 6 节背、腹板棕色。基部有 1 黑色横带。

头部（图 1～3）　横宽，刻点细，毛密，较胸部翅基片处宽。两触角窝之间稍隆起，额沟浅不明显。额和头顶具细密刻点和深棕色密长毛。后颊光滑，覆棕色长毛。单眼呈三角形排列，OOD 是 IOD 的 0.3 倍，OCD 是 OOD 的 1.2 倍。触角丝状，向端部逐渐变细，末端稍尖，第 1 鞭节是第 2 鞭节长的 1.8 倍（图 1）。唇基（图 1～5）稍隆起，宽大于长，端部中央微凹陷，近截形，两侧齿不明显，具浅刻点和稀棕色长毛。上额粗壮，端部具 3 个宽短齿，中齿刃状，内齿短而宽，具稀浅刻点和长毛。前胸背板前

* 本文 2004 年发表于《西南农业大学学报》，26(4)：144～147。

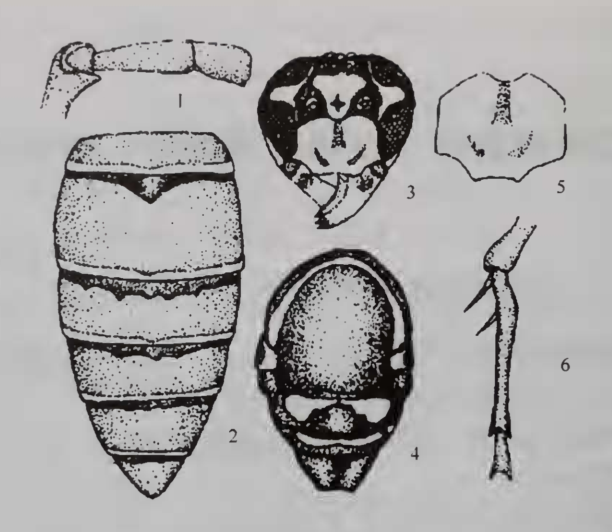


图1～6　怒江黄胡蜂(*Vespula nujiangensis* Dong et Wang,sp. nov.)(♀)
1:触角,侧面观;2:腹部,背面观;3:头部,正面观;4:胸部,正面观;5:唇基正面观;6:后足胫节与第1,2跗节,侧面观

缘呈圆形突出，两肩角不明显，具细密刻点和棕色密长毛。中胸背板稍隆起，背面稍平，中央具1细纵脊，近翅基片两侧各具1短纵脊，具细密刻点和长毛。小盾片稍隆起，矩形，背面与中胸背板平行，中央具1细纵沟，密布细密刻点和长毛。后小盾片横带状，向下垂直，端部中央呈弧形，密布细密刻点和长毛。并胸腹节强度向下倾斜，中央具明显纵沟，具细密刻点和长毛（图1～4）。中胸侧板不隆起，具细密刻点和长毛。后胸侧板窄，具稀浅刻点和短毛。翅基片光滑，覆稀刻点和短毛。翅透明，前翅痣三角形，长是宽的1.2倍，径脉自翅痣下中部处发出，第3肘室宽，近方形，第1肘室较第2、3肘室之和长。足细长，后足（图1～6）第1跗节是第2跗节长的5.8倍，各足爪均光滑，无齿。

腹部　第1节背板短宽，长是宽的0.4倍，基部截形，具稀浅刻点和细密短毛，腹板稍平，具稀浅刻点和短毛。第2腹节背板长，较第1节背板稍宽，长是宽的0.6倍，具稀浅刻点和短毛，腹板平，具稀浅刻点和短毛。第3～5节背、腹板向末端逐渐收缩，均光滑，具稀浅刻点和短毛，第6节背、腹板三角形，具稀浅刻点和短毛（图1：2)。

雄　不详。

正模♀，云南怒江六库，1996. IV. 5，董大志采，海拔1100m。北纬24°98′，东经98°55′。

本新种与台湾黄胡蜂［*Vespula minuta arisana* (Sonan)］，1929相似，但主要区别是：本新种体长15mm；头较胸宽；唇基中央有1淡褐色斑；OOD是IOD的0.3倍，OCD是OOD的1.2倍；中胸背板完全呈黑色；后足第1跗节是第2跗节长的5.8倍；第2～5节背、腹板棕色，基部有黑色横带。

主要参考文献

李铁生. 1985. 膜翅目：胡蜂总科. 中国经济昆虫志（第30册）北京：科学出版社. 33～46

李铁生. 1986. 中国黄胡蜂记述（膜翅目：胡蜂科）. 动物学集刊，(4)：201～206

Akre R D, Greene A, MacMonald J F, et al. 1980. The yellow jackets of American north of Mexico USDA Agriculture Handbook. 102, 552

Archer M E. 1981. The Euro-Asia species of the *Vespula rufa* group (Hymenoptera, Vespidae) with descriptions of two new species and one new subspecies. Kontyu, 49: 54～64

Archer M E. 1982. A revision of the subgenus *Rugovespula* nov. of the genus *Vespula* (Hymenoptera, Vespidae). Kontyu, 50: 216～269

Christopher K Starr. 1992. The social wasps (Hymenoptera: Vespidae) of Taiwan. Bulletin of National Museum of Natural Science, 3: 39～138

Greene A. 1991. *Dolichovespula* and *Vespula*. In: Ross K G, Matthews R W. op. cit. 263～308

A New Species of the Genus Vespula (Hymenoptera: Vespidae) from Nujiang of Yunnan Province

DONG Da-zhi WANG Yun-zhen HE Yuan-hui WANG Rui-wu

(Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica, Kunming, Yunnan 650223, China)

Abstract A new species of the genus *Vespula* is described in this paper; *Vespula nujiangensis* sp. nov. The type specimen is deposited in Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica.

Vespula nujiangensis Dong et Wang, sp. nov. (Figs. 1～6)

The new species is allied to *Vespula minuta arisana* (Sonan), 1929, but differs from it in a body length of about 15mm; slypes with a median longitudinal brownish mark; head wider than thorax, ODD 0. 3 times as long as IOD, OCD 1. 2 times as long as OOD; mesoscutum wholly black; metabasitarsus 5. 8 times as long as the 2nd tarsus; abdominal segments 2～6 brown, with blackish transverse band on the base.

Length of body about 15mm.

Holotype ♀, Nujiang Liuku, Yunnan, Alt. 1100m. 25°58′ N. 98°65′ E. September 5, 1996, Coll. Dong Dazhi.

Key words Hymenoptera, Vespidae, *Vespula*, New species, Nujiang

云南贡山黄胡蜂属一新种
(膜翅目：胡蜂科)

董大志　梁醒财　王云珍　何远辉

(中国科学院昆明动物研究所，云南昆明　650223)

摘　要　本文报道云南贡山黄胡蜂属（*Vespula*）一新种，即贡山黄胡蜂（*Vespula gangshanensis* sp. nov.）新种。

关键词　膜翅目，胡蜂科，黄胡蜂属，新种

在整理鉴定2002年采自云南贡山县黄胡蜂标本时，其中有黄胡一新种，记述如后，模式标本保存在中国科学院昆明动物研究所。

贡山黄胡蜂 *Vespula gongshanensis* Dong 新种（图1～5）

雌蜂：体中等大小，黑，有淡黄色和棕色斑纹。头部除单眼周围黑色外，其余额、头顶、后颊全呈淡黄色。唇基黄色，边缘棕色。上颚黄色，端部齿棕色。复眼黑色。触角柄节棕色，支角突、鞭节黑色。前胸背板棕色，仅上后角边缘具窄黄色带。中胸背板黑色，中央有1凹型棕色纵斑，近翅基片处两侧各有1基部与凹型斑相连的弧形棕色纵带。小盾片、后小盾片、并胸腹节全呈黑色。中胸侧板黑色，后缘和上角棕色。后胸侧板黑色。翅基片棕色。翅呈棕色，前翅前缘色略深。所有足棕色，仅中、后足股节大部黑色。第1腹节背板黑色，端部边缘具1棕色横带；腹板黑色。第2腹节背板全呈黑色；腹板棕色，基部中央和两侧黑色，杂有淡黄色斑。第3腹节背板黑色，近端部有1宽淡黄色横带，带中央两侧各有1菱形黑斑，上缘中央凹陷，端缘棕色；腹板黑色，两侧各有1棕色横斑。第4腹节背板黑色，端缘棕色，近端部中央两侧各具1近正方形淡黄色斑，近边缘两侧各有1凹形横斑；腹板棕色，两侧各有1黑色小斑。第5节背板黑色，端部边缘棕色；腹板棕色，两侧各具1黑色小斑。第6腹节背板棕色，基部黑色；腹板棕色，两侧各具1黑色纵斑。

头部（图1）　横宽，光滑、发亮、毛稀，较胸部翅基片处稍窄。两触角之间强隆起，额沟浅可见。额与头顶光滑，几乎无刻点，毛稀。后头中央强凹入，后头脊细，达上颚基部。后颊较复眼横径稍窄，光滑，毛稀。单眼呈三角形排列，OOD是IOD的2倍，OCD是OOD的0.5倍。触角（图3）丝状，12节，向端部逐渐收缩，顶鞭节末端稍尖，第1鞭节是第2鞭节长的3倍。唇基稍隆起，宽大于高，端部中央凹陷，两侧呈齿状突出，光滑，具极稀浅刻点和短毛。上颚粗壮，端部具3个稍尖齿，中部刃状，上部有1小钝齿。

胸部（图2）　前胸背板前缘弧形，两肩角圆形，具极稀浅刻点和短毛。中胸背板稍隆起，中央有1浅纵沟。具细浅刻点和短毛。小盾片隆起，约与中胸背板后缘平行，

中央具 1 纵沟。具细浅刻点和短毛。后小盾片垂直向下，三角形，基部中央有 1 短纵沟，端部中央呈角状突出，具稀浅刻点和柔毛，两侧毛较长。并胸腹节三角形，向下垂直，中央有 1 纵沟，基部有 1 三角形凹陷，具稀浅刻点和短毛。后胸侧板稍隆起，光滑，几乎无刻点，覆稀短毛。翅基片光滑，有稀短毛。翅透明，前翅痣三角形，长是宽的 2.5 倍，径脉自翅痣下近中部稍后方发出，第 3 肘室稍宽，倾斜，第 1 肘室较第 2，3 肘室之和稍长。足细长，后足第 1 跗节是第 2 跗节长的 3.3 倍（图 5），各足爪光滑，无齿。

腹部（图 4） 第 1 节背板基部截形，短，长是宽的 0.3 倍，较第 2 节背板稍窄，具稀浅刻点和短毛，两侧有长毛，腹板窄，具细浅刻点和短毛。第 2 节背板长，中部宽，长是宽的 0.5 倍，光滑，具分散刻点和短毛，腹板稍平，有稀浅刻点和短毛。第 3~5节背、腹板均光滑，均具稀浅刻点和短毛。第 6 节背、腹板强收缩，近三角形，具细浅刻点和短毛。

体长：22mm。

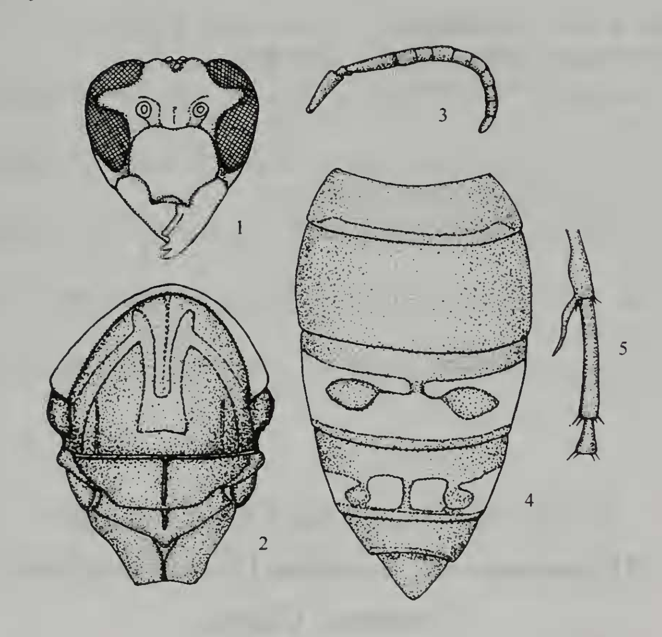


图 1～5 贡山黄胡蜂(*Vespula gongshanensis* sp. nov.)新种
1:头部,正面观;2:胸部,背面观;3:触角,侧面观;4:腹部,背面观;5:后足胫节和跗节1,2,侧面观

雄蜂 体形较雌蜂小，头、胸、腹均有密长毛。头部黑色，两触角之间隆起部分，两复眼凹陷处下部，唇基黄色。触角黑色，柄节下缘黄色。腹部橘黄色，第 2 腹节基部有 1 三角形黑斑，腹板基部黑色，端部边缘黄色，第 3～5 节背板黄色，两侧近基部各具 1 点状黑斑，腹板基部黑色，端部黄色。第 6 节背板黄色，中央有 1 黄色小斑。触角 13 节，腹部 7 节。

体长 16mm。

工蜂 体形小，颜色变化较大，腹部多为橘红色，有黑色小斑，毛密。体长 14～

16mm，检查标本 385 号。

正模♀，配模♂，副模 386♀♀，云南贡山，2002. 11. 1，海拔 2950m，北纬 27°47′，东经 98° 30′，董大志，梁醒财采。

生物学：该蜂于地下筑巢，巢穴多建筑在岩石、枯树根、竹类和蕨类植物下的土洞内。巢壳较薄，巢盘不等，一般 5～7 盘，蜂群 1000～3000 头。成虫活动于山林和高山草甸之间，以植物花蜜和昆虫、蜘蛛等为食及饲喂幼虫。

这个种与北方黄胡蜂［*Vespula rufa rufa*（Linnaeus)］十分相似，但其主要区别是：本种体长 22mm，触角柄节棕红色，唇基宽大于高，后头中部强凹陷，OOD 是 IOD 的 2 倍，OCD 是 OOD 的 0.5 倍。后足第 1 跗节是第 2 跗节长的 3.3 倍；额、头顶、后颊全呈黄色。中胸背板中央有 1 凹型棕色斑和相连的弧形斑；小盾片、后小盾片、并胸腹节全呈黑色及腹部斑纹等。

主要参考文献

李铁生．1985．膜翅目：胡蜂总科．中国经济昆虫志（第 31 册)．北京：科学出版社．33～46

李铁生．1986．中国黄胡蜂属记述（膜翅目：胡蜂科)．动物学集刊，201～206

Akre R D，Greene A，MacMonald J F et al. 1980. The yellow jackets of American north of Mexico USDA Agriculture Handook. 102，552

Archer M E. 1981. The Euro-Asia species of the *Vespula rufa* group (Hymenoptera，Vespidae) with descriptions of two new species and one new subspecies. Kontyu，49：54～64

Archer M E. 1982. A revision of the subgenus *Rugovespula* nov. of the genus *Vespula* (Hymenoptera，Vespidae). Kontyu，50：216～269

Christopher K Starr. 1992. The social wasps (Hymenoptera：Vespidae) of Taiwan. Bulletin of National Museum of Natural Science，3：39～138

Greene A. 1991. *Dolichovespula* and *Vespula*. In：Ross K G，Matthews R W. op. cit. 263～308

A New Species of the Genus *Vespula* (Hymenoptera：Vespidae) from Gongshan Yunnan，China

DONG Da-zhi　LIANG Xing-cai　WANG Yun-zhen　HE Yuan-hui

(Kunming Institute of Zoology，Academia Sinica，Kunming Yunnan 650223，China)

Abstract　A new species of the genus *Vespula* of Gongshan，Yunnan，*Vespula gongshanensis* sp. nov. ；is described in this paper. Its types specimens are deposited in Kunming Institute of Zoology，Academia Sinica.

Vespula gongshanensis Dong，sp. nov. (Figs. 1～5)

This species resembles *Vespula rufa* (Linnaeus)，1758，but can be easily separated on the basis of following characters：Length of body about 22mm；scape of antenna brownish-red；Clypeus wider than high；occiput strongly cocave medically；OOD 2 times

as long as IOD, OCD 0. 5 times as long as OOD; hind legs 1st tarsus 3. 3 times as long as 2nd tarsus; front, vertex, temple wholly yellow; mesoscutum with "U" shaped and curve brown markes; sutellum, metasutellum and propodeum black, and marks of abdomen etc.

Length of body about 22mm.

Holotype ♀, allotype ♂, paratype 386 ♀♀, Gongshan, Yunnan. Alt. 2950m, 27°47′N, 98°30′E, October 1, 2002, Coll. Dong Dazhi and Liang Xingcai.

Key words Hymenoptera, Vespidae, *Vespula*, New species, Gongshan, Yunnan

云南古蚖属四新种*
（原尾纲：古蚖目）

谢荣栋　尹文英

（中国科学院上海昆虫研究所，上海　200025）

摘　要　本文报道了在云南新发现的 4 种古蚖：热海古蚖（*Eosentomon rehaiense*）、腾冲古蚖（*E. tengchongense*）、大孔古蚖（*E. megastigma*）和古永古蚖（*E. guyongense*）。它们的腹板 IV～VII 毛序都是 6/9 型的。

关键词　原尾纲，古蚖目，古蚖属，云南

中图分类号　Q969．11+1

文献标识码　A

文章编号　0254-5853（2000）02-0149-06

云南是我国原尾虫种类最丰富的地区，已陆续报道 40 余种，其中古蚖属的种类较多，而且包含腹部第 IV～VII 节腹板毛序为 6 /9 的特殊类型（世界各地古蚖腹部第 IV～VII节腹板毛序均为 6/10 型），如秀美古蚖（*Eosentomon belli*）（Yin　1982）和滇古蚖（*E. dian*）（Yin. Xie，Imadaté　1995）。本文报道在云南新发现的 4 种古蚖：热海古蚖（*E. rehaiense*），腾冲蚖（*E. tengchongense*）、大孔古蚖（*E. megastigma*）和古永古蚖（*E. guyongense*）。它们的腹板 IV～VII 节毛序都是 6/9 型的。模式标本保存于中国科学院上海昆虫研究所。现分别记述如后。

1　热海古蚖 *Eosentomon rehaiense* sp. nov．（图 1：A～E）

体长 886μm。头长 87μm，宽 91μm。假眼圆形 10μm，头眼比＝8.6。前跗节长 74μm，爪长 18μm，跗爪比＝4.1；垫爪比＝0.9。背面感觉毛 t-1，棍棒形，基端比＝0.9；t-2 细长，t-3 短棒形。外侧感觉毛 a 和 c 长度相等；b 柳叶形，比 a 和 c 长；d 棒形，e 和 g 为匙形，f-1 柳叶形，f-2 短小。内侧感觉毛 a′细长，端部超过 b′-2 的基部；缺 b′-1，b′-2 棒形，c′短小。中跗节长 36μm，爪长 11μm；后跗节长 44μm，爪长 12μm。后胸气孔直径 9μm。胸腹部毛序见表 1。

表 1　热海古蚖 *Eosentomon rehaiense* sp. nov. 毛序表

	胸部			腹部									
	I	II	III	I	II～III	IV	V	VI	VII	VIII	IX～X	XI	XII
背面	4	6/16	6/16	4/10	10/16	10/16	8/16	6/16	4/16	6/9	8	8	9
腹面	6～2/6	6～2/6	6～4/8	4/3	6/3	6/9	6/9	6/9	6/9	0/7	4	8	12

* 本文 2000 年发表于《动物学研究》，21(2)：149～154。

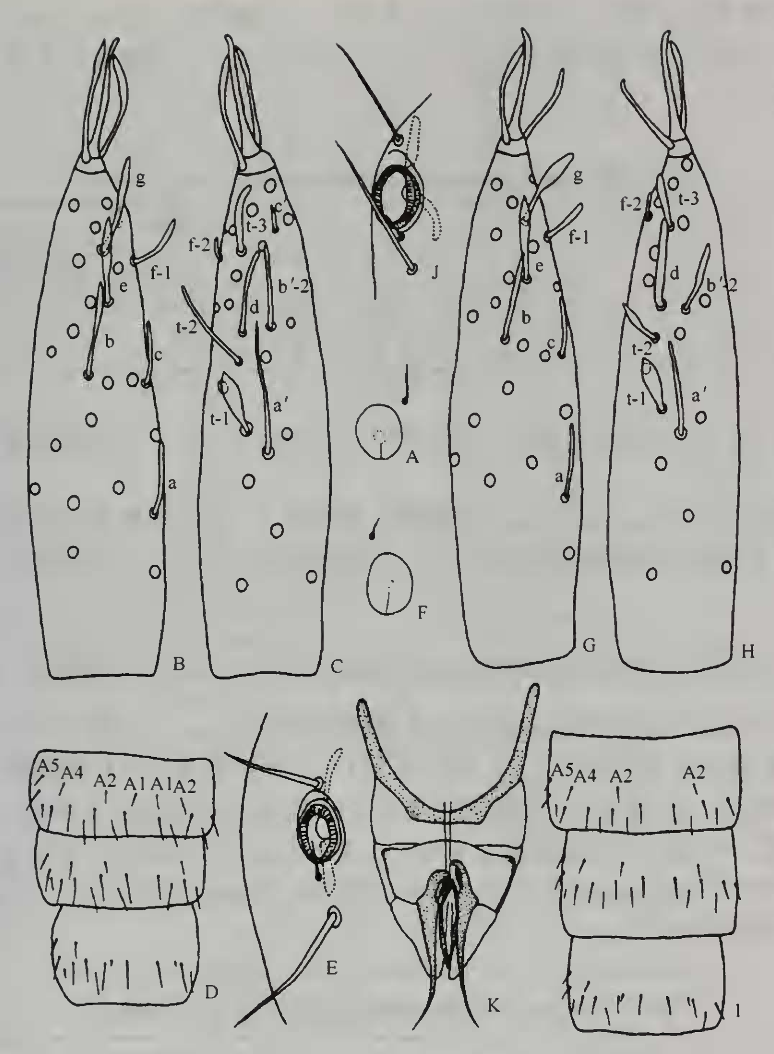


图 1 热海古蚖(*E. rehaiense* sp. nov.)(A～E)和腾冲古蚖(*E. tengchongense* sp. nov.)(F～K)
A:假眼;B:前跗外侧面观;C:前跗内侧面观;D:腹部 V～VII 节背面观;E:气孔;F:假眼;G:前跗外侧面观;
H:前跗内侧面观;I:腹部 V～VII 节背面观;J:气孔;K:雌性生殖器

正模：1♂，云南腾冲热海（肖宁年 1996）。

热海古蚖（*E. rehaiense*）的假眼、腹部第 V～VII 节背板毛序以及前跗感觉毛 t-2 和 b 等特征与已知的秀美古蚖（*E. belli*）（Yin 1982）和滇古蚖（*E. dian*）(Yin，Xie and Imadate 1995）不相同。以产地热海命名。

2 腾冲古蚖 *Eosentomon tengchongense* sp. nov，（图 1：F～K）

体长 710～820μm。头长（93～103)μm×（78～87)μm。假眼圆形 9～10μm，头眼比＝10～11。前跗节长 72～74μm，爪长 13～17μm。跗爪比＝4.5～5.4。垫爪比＝0.9～1.0。背面感觉毛 t-1 棍棒形，基端比＝0.9～1.0。t-2 柳叶形，t-3 短棒形。外侧感觉毛 a 比 c 长；b 细长，d 较粗，长度超过 t-3 基部，e 和 g 为匙形，f-1 短棒形，f-2

短小。内侧感觉毛 a′棒形，长度可达 t-2 基部，b′-2 柳叶形，缺 b′-1 和 c′。中跗节长 36～41μm，爪长 10μm；后跗节长 45～51μm，爪长 11μm。后胸气孔直径 9μm。胸腹部毛序见表 2。

表 2 腾冲古蚖 *Eosentomon tengchongense* sp. nov. 毛序表

	胸部			腹部									
	I	II	III	I	II～III	IV	V	VI	VII	VIII	IX～X	XI	XII
背面	4	6/16	6/16	4/10	10/16	10/16	6/16	6/16	4/16	6/9	8	8	9
腹面	6～2/6	6～2/6	6～4/8	4/3	6/3	6/9	6/9	6/9	6/9	0/7	4	8	12

全模：2♀♀，云南腾冲热海（肖宁年等 1996）；1♂，云南腾冲猛连（肖宁年 1996）。

腾冲古蚖（*E. tengchongense*）的假眼、腹部第 V～VII 节背板毛序以及前跗感觉毛 c′缺少，而与已知的秀美古蚖（*E. belli*）和滇古蚖（*E. dian*）不相同。以主要产地腾冲命名。

3 大孔古蚖 *Eosentomon megastigma* sp. nov.（图 2：A～E）

体长 920μm。头长 113μm，宽 97μm。假眼卵圆形 16μm，头眼比＝7.3。前跗节长 85μm，爪长 18μm，跗爪比＝4.7；垫爪比＝1.0。背面感觉毛 t-1 棍棒形，基端比＝1.0；t-2 柳叶形，t-3 细长。外侧感觉毛 a 和 c 长度相等；b 细长，d 细长，e 和 g 为匙形，f-1 棒形，f-2 短小。内侧感觉毛 a′细长，端部可达 b′-2 的基部：缺 b′-1，b′-2 柳叶形，c′缺，中跗节长 44μm，爪长 13μm；后跗节长 53μm，爪长 14μm。后胸气孔直径 12.4μm。胸腹部毛序见表 3。

表 3 大孔古蚖 *Eosentomon megastigma* sp. nov. 毛序表

	胸部			腹部									
	I	II	III	I	II～III	IV	V	VI	VII	VIII	IX～X	XI	XII
背面	4	6/16	6/18	4/10	10/16	10/16	4/16	4/16	2/16	6/9	8	8	9
腹面	6～2/6	6～2/6	6～4/8	4/3	6/3	6/9	6/9	6/9	6/9	0/7	4	8	12

正模：1♂，云南腾冲热海（肖宁年 1996）。

大孔古蚖（*E. megastigma*）以后胸气孔大，前跗感觉毛 t-3 和 d 细长，并缺 c′以及腹部第 V～VII 节背板毛序等特征与已知的秀美古蚖（*E. belli*）和滇古蚖（*E. dian*）不相同。因气孔大而命名。

4 古永古蚖 *Eosentomon guyongense* sp. nov.（图 2：F～I）

体长 645μm。头长 107μm，宽 78μm。假眼 12μm，头眼比＝8.90。前跗节长 72μm，爪长 19μm，跗爪比＝3.8；垫爪比＝0.96。背面感觉毛 t-1 棍棒形，基端比＝

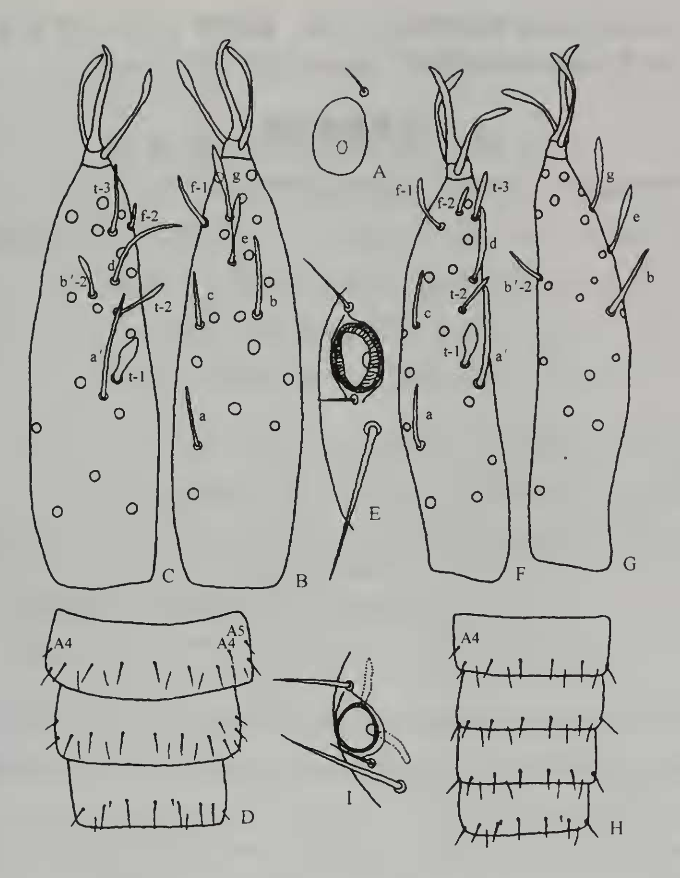


图2　大孔古蚖 *E. megastigma* sp. nov. (A～E)和古永古蚖 *E. guyongense* sp. nov. (F～I)

A:假眼;B:前跗外侧面观;C:前跗内侧面观;D:腹部 V～VII 节背面观;E:气孔;F:前跗外侧面观;G:前跗内侧面观;H:腹部 V～VII 节背面观;I:气孔

1.1；t-2 柳叶形，t-3 短棒形。外侧感觉毛 a 和 c 长度相等；b 细长，d 长柳叶形，e 和 g 为匙形，f-1 柳叶形，f-2 短小。内侧感觉毛 a′粗长，端部可达 d 的基部；缺 b′-1，b′-2 棒形较小，c′缺。中跗节长 41μm，爪长 10μm；后跗节长 52μm，爪长 11μm，后胸气孔直径 10μm。胸腹部毛序见表 4。

表 4　古永古蚖 *Eosentomon guyongense* sp. nov. 毛序表

	胸部			腹部									
	I	II	III	I	II～III	IV	V	VI	VII	VIII	IX～X	XI	XII
背面	4	6/16	6/16	4/10	10/16	4/16	2/16	2/16	2/16	6/9	8	8	9
腹面	6～2/6	6～2/6	6～4/8	4/3	6/3	6/9	6/9	6/9	6/9	0/7	4	8	12

正模：1♂，云南腾冲古永（谢荣栋和肖宁年　1996)。

古永古蚖 *E. guyongense* 前跗感觉毛 C′缺．腹部第 IV～VII 节背板毛序明显不同于已知的秀美古蚖 *E. belli* 和滇古蚖 *E. dian*。以产地古永命名。

主要参考文献

尹文英．1982．中国原尾虫的研究：云南省的十二种古蚖．动物学研究．3(1)：11～30

高黎贡山派模蛛属一新种*

Charles E. GRISWOLD[1] 龙春林[2] Gustavo HORMIGA[3]

（1 加利福尼亚科学院昆虫研究室，美国旧金山 94118）

（2 中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204）

（3 乔治华盛顿大学生物学系，美国华盛顿 20052）

摘 要 本文描述了采自中国云南高黎贡山常绿阔叶林下派模蛛科（Pimoidae）派模蛛属（*Pimoa*）的一个新种-李氏派模蛛（*Pimoa lihengae*）（本新种以首次中美高黎贡山生物多样性联合考察队队长李恒研究员的名字命名）。从雄蛛和雌蛛外雌器的结构来看，本种相似于产于印度及尼泊尔喜马拉雅山区的派模蛛属蜘蛛。

关键词 李氏派模蛛，派模蛛科，新种，高黎贡山

分类号 Q 949

The Gaoligong Mountains extend north-south along the border between China and Myanmar, dividing the watersheds of the Irrawaddy (Dulongjiang) and Salween (Nujiang) rivers. Because of its physical isolation and long standing political instability the area is less disturbed than most other regions in Yunnan. Two nature reserves, the Nujiang Nature Reserve and Gaoligong Mountains Nature Reserve, protect parts of the range. Large tracts of old growth forest persist in the mountains. This area, part of the 'East Himalayan Region', has been recognized as an area of biotic richness and endemism (Myers 1988).

In October and November of 1998 the first Sino-American expedition to the Gaoligong Mountains aimed to collect plants and animals endemic to the native mixed hardwood/conifer forests of these mountains. Among the material collected by authors Griswold and Long and colleague David Kavanaugh were males and females of a new species of pimoid spider. Pimoids live in the Himalayas, the Alps and Cantabrian Mountains (northern Spain), and western North America. Twenty one species of *pimoid* were known previously; the discovery of this species brings the total to twenty two species. *Pimoa anatolica* Hormiga has been previously described from Tsuyung(楚雄), Yunnan, a locality close to the capital of Yunnan (Hormiga 1994). Discovery of a second *Pimoa* species in Yunnan from the far eastern Himalayas underscores the potential richness of the Himalayas in new *Pimoidae* as suggested by Hormiga (1994: 19). In the structure of male and female genitalia *Pimoa lihengae* new species is most similar to the

---

* 本文 1999 年发表于《云南植物研究》，(增刊 XI)：91～98。

India-Nepal Himalayan species *Pimoa crispa* (Fage), *P. gandhii* Hormiga and *P. indiscreta* Hormiga, *rather than to P. anatolica*, highlighting the Himalayan character of the Gaoligong Mountains biota.

Females of *Pimoa lihengae* new species were collected from sheet webs woven between large boulders along a large, fast moving stream in good, mixed hardwood forest. Some of these webs were more than 45cm across the exposed edge. Spiders hung beneath the sheets: during the night they ventured to near the outer edge of the web but during the day remained under that part of the web hidden within dark recesses between boulders. Males were found through general collecting by beating or hand picking from the vegetation.

This is Scientific Contribution from the California Academy of Sciences (CaAS) Center for Biodiversty Research and Information(CBRI).

1 Materials and Methods

Prior to examination with a Hitachi S-520 Scanning Electron Microscope all structures were critical point dried. Vulvae were cleaned by exposure to trypsin, bleached in Chloral Bleach, stained with Chlorazol Black, and mounted in Hoyer's Medium for examination and photography. Examination was via Olympus SZH and Leitz Ortholux II microscopes. Small structures were examined in temporary mounts as described in Coddington (1983).

The description and conventions follow Hormiga (1994). Abbreviations are listed in Table 1. Figures in this paper are listed as 'Plates', all those from other papers as 'Plates'. All measurements are in mm. The position of the metatarsal trichobothrium I is expressed as in Millidge (1980: 105): the ratio of the distance from the base of the metatarsus to the trichobothrial base divided by the length of the metatarsus. Specimens measured were chosen to encompass largest and smallest individuals.

2 Taxonomy

Pimoidae Wunderlich

Pimoidae Wunderlich 1986: 119.

Pimoidae, Hormiga 1993, 1994. Platnick 1993: 339; 1997: 311.

Diagnosis. *Pimoidae* is the sister group of Linyphiidae and shares with that family the synapomorphies of stridulatory striae on the ectal side of the chelicerate, autospasy of the legs at the patella-tibia junction, and a sticky silk sheet web. Pimoids may be distinguished from linyphiids by having the paracymbium continuous with the base of the cymbium (Plate III:8, V:17), having a retrolateral pimoidcymbial sclerite (PCS: Plate III:10, V:15) and denticulate process (CDP: Pl ate III:8, V:15, 17) on the cymbium, and lacking an embolic division of the palpal bulb.

科的描述 派模蛛科（新拟，Pimoidae）是皿网蛛科（Linyphiidae）的姊妹群，它

们的螯肢外侧发音器呈突触状，步足的膝节与胫节连接处具箭突，用黏丝布水平网。派模蛛科与皿网蛛科所不同的是跗盘基部具副跗舟（Plate III：8，V：17），跗舟后侧部具派模型舟状骨片（Plate III：10，V：15）及齿突（Plate III：8，V：15，17），插入器简化。

Pimoa Chamberlin and Ivie

Metella Fage 1931：195～197，1946：387. Roewer 1942：920. Bonnet 1957：2820. [Preoccupied by *Metella* Müller 1839].

Pimoa Chamberlin and Ivie 1943：9～10. Brignoli 1983：231. Crawford 1988：23. Roth 1988：45. Platnick 1989：275；1993：339；1997：311. Hormiga 1993：534，1994：19.

Louisfagea Brignoli 1971：161，163. Ribera 1980：226. Platnick 1989：259. Hormiga 1993：534 (regarded as junior synonym of *Pimoa*).

Pimoa lihengae, new species, Plates I～V

Types. Male holotype and paratype from native forest at Nankang pass over Gaoligong Mountains at 2100 m, 24°50′N, 98°47′E, 36km from Bawan Township, Baoshan Prefecture, Yunnan China, collected 4～7 November 1998 by C. Griswold, D. Kavanaugh, and C.-L. Long. Holotype male deposited in Biology Department, Hunan Normal University, Changsha, China, paratype male in CaAS.

Etymology. It is our pleasure to name this species in honor of Professor Li Heng, leader of the first Sino-American expedition to the Gaoligong Mountains.

Diagnosis. The male palp is most like that of *P. crispa*(Fage) (Hormiga 1994) in having a hook-shaped pimoid cymbial sclerite (PCS) and a large, blunt cymbial denticulate process (CDP) with many conspicuous denticles (Plate V:15, 17), but differs from this species in having the E longer than the PEP (Plate V:15), having the pedipalpal tibia no longer than wide (Plate V:15～17), and having the MA (media apophysis) more slender (Plate III:9, V:17). The female genitalia are most like those of *P. gandhii* Hormiga (Hormiga, 1994) and *P. indiscreta* Hormiga (Hormiga, 1994) in having the copulatory ducts (CD) contiguous or fused along the midline; *P. lihengae* differs from these in having the spermathecae (S) inconspicuous, only slightly raised (Plate V: 21, 22), the CD narrowly contiguous both distal and proximad of the S (Plate V:20, 21), and the CD (Plate V:21) more strongly curved than in *P. gandhii* and less curved than in *P. indiscreta*.

特征描述 雄蛛触肢器具一钩状的派模型舟状骨片及一钝圆形的舟状齿突，齿突上明显具有多数小齿，近似于 *Pimoa crispa* (Hormiga, 1994, Plate 233, 234)。但所不同的是，本种插入器长于派模式插入器盾板突起（Plate V：15），触肢胫节不长于其宽度（Plate V：15～17），大壶状腺较纤细（Plate III：9，V：17）。本种雌蛛外雌器与 *P. gandhii* Hormiga (Hormiga 1994) 及 *P. indiscreta* Hormiga (Hormiga 1994) 的十分相似，具有黏合的或沿中线融合的交合管（Plate V：20，21）。但本种受精囊不明显，仅有少许隆起，交合管仅与受精囊的远侧和近侧黏合（Plate 20，21），交合管较

*P. grandhii*的弯曲但曲率不如 *P. indiscreta*，从而易于区别。

Pimoa crispa(Hormiga, 1994,); *P. gandhii* Hormiga (Hormiga, 1994); *P. indiscreta* Hormiga (Hormiga, 1994); *P. grandhii*; *P. indiscreta*.

Note. Males of the new species *P. lihengae* key out to male couplet 9 in Hormiga (1994): they can be distinguished from *P. nematoides* Hormiga by having the CDP blunt Plate Ⅴ:16) and lacking thick spines on the proximal third of femur I, from *P. sinuosa* Hormiga by not having the CDP curved toward the PCS, and from both of these species by having more than 15 conspicuous denticles on the CDP (Plate V: 15). Females key out to female couplet 6 in Hormiga (1994), having the apex of the epigynum rounded (Plate III: 4, 6, V: 18). They can be distinguished from *P. hespera* (Gertsch and Ivie) and *P. mono* Hormiga by having the CD length greater than the spermathecal width (Plate V: 20, 21) and from *P. haden* Chamberlin and Ivie and *P. jellisoni* (Gertsch and Ivie) by having the ventral plate of the epigynum (VP) oval and taper ing distally rather than keyhole-shaped (Plate III: 6, V: 21).

Male. (holotype). Total length 6.67. Cephalothorax 3.13 long, 2.58 wide, 1.03 high; carapace yellow-brown, dusky on ocular area, pars cephalica with dark longitudinal band extending between PER and thoracic fovea, narrowest posteriorly; clypeus and lateral margins of pars thoracica mottled dusky gray. Sternum 1.93 long, 1.64 wide; sternum, labium and coxae yellow-brown, sternum dusky gray at sides, palpal coxae with transverse dusky mottling, leg coxae with dusky mottling spreading broadly on anterodistal surface and forming narrow proximal band. Abdomen 3.93 long, 2.58 wide, 2.58 high; dark gray except paler around pedicle, dorsum with four transverse light marks, anterior two and fourth paired, third entire across abdomen, venter with paired longitudinal light marks. AME diameter 0.13. PME 1.25, PLE 1.50, ALE 1.62 times one AME diameter. AME separation 0.46 times their diameter, PME separation 0.80 times their diameter. PME-PLE separation 0.90 times one PME diameter, AME-ALE separation 0.46 times one ALE diameter. Clypeus height 2.87 times one AME diameter. Chelicerae with 2 prolateral teeth and three minute retrolateral denticles. Cheliceral stridulating files conspicuous. Legs orange-brown, femora III and IV with basal, median and distal dark annuli. Leg measurements (Femur + Patella + Tibia + Metatarsus + Tarsus=[Total]): I: 7.33 + 1.13 + 7.80 + 7.27 + 2.53=[26.06]; II: 7.13 + 1.07 + 7.00 + 6.93 + 2.13=[24.26]; III: 4.53 + 0.80 + 3.60 + 4.00 + 1.47=[14.40]; IV: 6.07 + 1.00 + (missing) + (missing) + (missing)=[?]; Palp: 1.07 + 0.36 + 0.43 + (absent) + 0.87=[2.73]. Legs (of paratype) 1423. Femur I 2.27 times length of cephalothorax. Legs covered with short setae. Metatarsus I trichobothrium 0.86. Palpus as in Plates II: 3, III: 7~10, V: 15~17; tibia as wide as long, with 3 retrolateral and 2 prolateral trichobothria; cymbium with PC hook-shaped, CDP with more than 15 cuspules, PCS spindle-shaped, with fine transverse striae; bulb with PEP simple, shorter than filiform E, C broad, covered with filiform processes, largely hiding

threadlike MA .

Female. (from ESE of Pianma). Total length 7. 58. Cephalothorax 3. 06 long, 2. 42 wide, 0. 87 high; markings as in male. Sternum 1. 61 long, 1. 45 wide; sternum, labium and coxae yellow-brown, unmarked. Abdomen 4. 52 long, 3. 42 wide, 3. 55 high; markings as in male except dorsum with three pairs of procured, transverse light marks (Plate ;1). AME diameter 0. 19. PME 0. 92, PLE 1. 00 and ALE 1. 00 times one AME diameter. AME separation 0. 50 times their diameter, PME separation 0. 91 times their diameter. PME-PLE separation 1. 09 times one PME diameter, AME-ALE separation 0. 58 times one ALE diameter. Clypeus height 1. 67 times one AME diameter. Chelicerae with three large prolateral and three small retrolateral teeth. Cheliceral stridulating files inconspicuous. Legs orange-brown, femora and tibae with basal, median and distal dark annuli (Plate I: 2). Leg measurements (Femur + Patella + Tibia + Metatarsus + Tarsus=[Total]): I: 5. 53 + 1. 07 + 5. 53 + 5. 07 + 2. 40=[19. 60]; II: 4. 67 + 1. 07 + 4. 07 + 4. 27 + 2. 00=[16. 08]; III: 3. 33 + 0. 93 + 2. 67 + 2. 87 + 1. 40=[11. 20]; IV: 4. 60 + 1. 00 + 4. 00 + 3. 80 + 3. 07=[16. 47]; Palp: 1. 07 + 0. 37 + 0. 43 + (absent) + 1. 40=[3. 27]. Legs 4123. Femur I 1. 74 times length of cephalothorax. Leg setation as in male. Metatarsus I trichobothrium 0. 86. Spinnerets as in Plates IV: 11～14; PMS and PLS lacking AC spigots. Epigynum as in Plates II: 4 ～6, V:18, 19, longer than wide, tapering to rounded tip; DP gradually narrowed distally. Vulva as in Plates V: 22～22, S inconspicuous, only slightly raised, CD strongly curved and narrowly contiguous both distad and proximad of the S.

VARIATION. -Male cephalothorax (N=2) ranges in length from 2. 61 to 3. 13, fe male (N=10) from 2. 58 to 3. 68. The abdominal dorsum may have one or two tran sverse, procurved light bands, and these bands may be divided (Plate 1) or meet in the middle.

Additional materiai examined. CHINA: Yunnan: Nujiang Prefecture: Lushui County, native forest at 9. 5 road km ESE Pianma, 25°59′N, 98°40′E, elev. 2500m, 15～18. X. 1998, C. Griswold, D. Kavanaugh, C. L. Long; Baoshan Prefecture: Bawan Township, pass over Gaoligong Mountains at 2100m, Nankang, 36 air km SE Tengchong, 24°50′N, 98°47′E, native forest, 4～7. XI. 1998, C. Griswold, D. Kavanaugh, C. L. Long, 17 females, 9 in Biology Department, Hunan Normal University, Changsha, China, 8 in CaAS.

Distribution. Known from native forest in the Gaoligong Mountains between 2000 and 2500m and from 26°N to 24°50′N.

Acknowledgements Support for the 1998 Sino-American expedition to the Gaoligong Mountains was provided through generous donations from friends of the CaAS, from the CaAS' CBRI, from the Chinese Academy of Sciences (ChAS), and the Kunming Institutes of Botany (KIB) and Zoology (KIZ). We particularly thank Drs. Tran Hoang and Nina Jablonski (CaAS) for their efforts on the USA side to make this

expedition a success. Mr. Cao Daming (Yunnan Provincial Science and Technology Commission) assisted with arrangements.

Prof. Yin Changmin and Prof. Yan Hengmei edited the Chinese description and gave useful comments. Mr. He Shao-xian of the Tengchong Bureau of Forestry is to be commended for organizing field logistics and able assistance. Illustrations are by Ms. Jenny Speckels(CaAS). A draft of the manuscript was read and criticized by Dr. David Kavanaugh and Mr. Darrell Ubick (CaAS), who also assisted with the SEM.

List of Anatomical Abbreviations Used in the Text and Plates

AC	aciniform gland spigot	FL	flagelliform gland spigot
AG	aggregate gland spigot(s)	MAP	major ampullate gland spigot
ALE	anterior lateral eyes	mAP	minor ampullate gland spigot
AME	anterior median eyes	PC	paracymbium
C	conductor	PCS	pimoid cymbial sclerite
CD	copulatory duct	PEP	pimoid embolic-tegular process
CDP	cymbial denticulate process	PER	posterior eye row
CO	copulatory opening	PI	piriform gland spigot(s)
CY	cylindrical gland spigot(s)	PLE	posterior lateral eyes
DP	dorsal plate of the epigynum	PME	posterior median eyes
E	embolus	S	spermatheca
FD	fertilization duct	VP	ventral plate of the epigynum

References

Bonnet P. 1957. Bibliographia Arancorum Volume 2, Part 3. Toulouse: Les Frères Douladoure, 1927～3026

Brignoli P M. 1971. Note sy ragni cavernicoli Italiana (Araneae). Fragmenta Entomologica, 73: 121～229

Brignoli P M. 1983. A catalogue of the Araneae described between 1940～1981. Man chester: Manchester University Press, 755

Chamberlin R, Ivie W. 1943. New genera and species of North American linyphiid spiders. Bulletin of the University of Utah, Biological Series, 33 (10): 1～39

Coddington J A. 1983. A temporary slide mount allowing precise manipulation of small structures. Verh. Naturwiss. Ver. Hamburg (NF), 26: 291 ～292

Crawford R. 1988. An annotated checklist of the spiders of Washington. Burke Museum Contributions in Anthropology and natural History, 5: 1 ～48

Fage L. 1931. Biospeologica LV: Araneae; précédée d'un essai sur l'Evolution souterraine et son déterminisme. Archives de Zoologie Expérimentale et Générale, series 5, 71: 99～291

Fage L. 1946. Araignées cavernicoles de l'Inde. Bulletin de Muséum d'Histoire Naturelle, Paris, second series, XVIII (5): 382～388

Hormiga G. 1993. Implications of the phylogeny of Pimoidae for the systematics of linyphiid spiders (Araneae, Araneoidea, Linyphiidae). In: Harvey M S, Humphreys W F, Main BY et al. Proceedings of the XII International Congress of Arachnology, Memoirs of the Queensland Museum, 33 (2): 533～542

Hormiga G. 1994. A revision and cladistic analysis of the spider family Pimoidae (Araneoidea: Araneae). Smithsonian Contributions to Zoology, 549: 1～104

Myers N. 1988. Threatened Biotas: "Hotspots" in tropical forest. The Environ mentalist, 8 (3): 1～20

Millidge A F. 1980. The erigonine spiders of North America. Part 1: Introduction and taxonomic background (Araneae: Linyphiidae). Journal of Arachnology, 8 (2): 97～107

Platnick N I. 1989. Advances in spider taxonomy: a supplement to Brignoli's A Catalogue of the Araneae described between 1940 and 1981. Manchester: Manchester Univ. Press, 673

Platnick N I. 1993. Advances in spider taxonomy, 1988～1991: with synonymies and transfers 1940～1980. New York Entomological Society, 846

Platnick N I. 1997. Advances in spider taxonomy, 1992～1995: with rediscriptions 1940～1980. New York Entomological Society, 976

Ribera C. 1980. Araneidos Cavernicolas Ibéricos. Doctoral Dissertation. University of Barcelona, Spain

Roewer C F. 1942. Katalog der Araneae von 1758 bis 1940. Bremen: Natura, 1: 1～1040

Roth V D. 1988. Linyphiidae of America north of Mexico: Checklists, synonymy and literature cited. Published by the American Arachnological Society, available from Dr. Jonathan Reiskind, Dept. Zoology, University of Florida, Gainesville, FL 32611, 62

Wunderlich J. 1986. Spinenfauna gestern und heute. Weisbaden: Erich Bauer Verlag, 283

A New Spider of the Genus *Pimoa* from Gaoligong Mountains, Yunnan, China (Araneae, Araneoidea, Pimoidae)

Charles E. GRISWOLD[1]　LONG Chun-lin[2]　Gustavo HORMIGA[3]

(1 California Academy of Sciences, San Francisco, California 94118)

(2 Kunming Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

(3 Department of Biological Sciences, George Washington University, Washington, DC 20052)

Abstract A new pimoid spider, *Pimoa lihengae*, is described from the montane forests in the Gaoligong Mountains of western Yunnan Province, China. The structure of male and female genitalia suggests that this species is closely related to *Pimoa* from the Himalayas of India and Nepal.

Key words *Pimoa lihengae*, New species, *Pimoidae*, Gaoligong Mountains

高黎贡山古蚤属三新种记述*
(蚤目多毛蚤科)

解宝琦　龚正达

(云南省流行病研究所)

摘　要　本文报告高黎贡山古蚤属（*Palaeopsylla*）3 新种：宽指古蚤（*P. laxidigita* sp. nov.），属鼩鼱种团（*soricis*-group）；多棘古蚤（*P. polyspina* sp. nov.），属偏远种团（*remota*-group）；中突古蚤（*P. medimina* sp. nov.），属短额种团（*brevifroatata*-group），据新种形态与有关的种团特征做了比较和讨论。

关键词　蚤目，多毛蚤科，古蚤属，新种

笔者等于 1985 年 10 月，从云南西北部贡山县高黎贡山（海拔约 3200m）采到蚤类标本一批，经鉴定发现属于古蚤属（*Palaeopsylla*）(Wagner 1903）的三个新种，现予以记述。模式标本全部存作者所在工作单位。

宽指古蚤，新种 *Palaeopsylla laxidigita* sp. nov.

鉴别特征

本新种以其额突下的肉骨化带窄，前胸栉刺较直（仅背方几根微弯）以及颊栉的特殊形态与鼩鼱种团（*soricis*-group）的奥塞梯古蚤（*P. osetica*)（Ioff 1953）（仅有♀记述）接近。但据以下特征可与后者和本属的其他成员区别：①♀第 7 腹板后缘有三角凹，上叶宽、截形，下叶较圆；②♂可动突较宽，尤以端段为然（本新种即据此命名），其长度仅为最宽处的 3.0～3.6 倍。

形态记述

头部（图 1～2）　额突和额内突均发达。额突下内骨化带很窄，骨化较弱。眼退化，仅留痕迹。颊栉第 1 刺端圆；第 2 刺长于第 1 刺短于第 3 刺，末端或多或少呈铲形；第 3 刺在中部之后逐渐变窄，不形成窄长的端段。后头鬃 3 列、为 2、2（3），5 根。下唇须约达前足基节的 4/5。

胸部　前胸背板背缘微凸，具 1 列 5 根鬃。前胸栉刺♂18 根、♀16 根、背刺明显长于背板。中胸背板颈片内侧假鬃两侧共 4～6 根。后胸后侧片有鬃 2 列共 5～6（7）根，其气门宽度短于或等于长度。前足基节外侧鬃约 30 根。前、中、后足第 51 跗节各有 5 对侧蹠鬃和 1 对亚端鬃，第 1 对侧蹠鬃位于第 2 对之间。后足胫节外侧具 1 列 6 根

* 本文 1989 年发表于《动物分类学报》，14(1)：106～113。



图 1～5　宽指古蚤，新种 *Palaeopsylla laxidigita* sp. nov.

1：♀头和前胸背板，配模；2：♂颊栉，正模；3：♂变形节，正模；4：♀变形节，配模；
5：♀第7腹板变异，副模

鬃，背缘有 7 个切刻，每一切刻均生有 2 根鬃。后足第 2 跗节端长鬃超过第 3 跗节末端。

腹部　各背、腹板表面有网纹，其后缘虽有很小的齿，但不形成锯形，而且不易见到。第 1～7 背板各有 2 列鬃。第 1～6 背板后缘端小刺两侧共 4～7，6～9，5～7，2～7，2～4，0～2 根。各气门端尖或略尖。臀前鬃 3 根。变形节♂（图 3）第 8 腹板近腹缘处具侧鬃 4～5 根；后缘被一角形凹陷分为两叶、上背叶大而长，其背缘有锯齿；下叶小而短。不动突无线纹，长大于宽，末端钝圆。基节臼不与柄突基部连接。可动突自基部向上逐渐增宽，具圆突的后端角。柄突自基部渐窄、末端微向上翘。第 9 腹板后臂甚短于前臂；亚背缘有小刺鬃 1 列 6～7 根，端鬃 4 根，其中 2（1）根为长鬃。阳茎见图 3。♀（图 4～5）第 7 腹板具不整 2 列鬃共 8～9 根，其中后列 4～5 根为长鬃。第 8 背板下部具侧鬃 3～4 根；后缘具大小鬃共 5～6 根。肛锥长为宽的 4～5 倍，具 1 根长端鬃和 2 根短的亚端鬃。

标本记录

正模♂，配模♀，副模 2♂♂2♀♀，自背纹鼩鼱（*Sorex cylindricauda*），1♀自长尾鼩鼱（*Sorex caudatus*），1♀自普通鼩鼱（*Sorex erneus*），体长♂ 1.6～2.1mm；♀1.8～2.2mm。

多棘古蚤，新种 *Palaeopsylla polyspina* sp. nov.

鉴别特征

本新种以其额突下内骨化带较窄，骨化较弱；颊栉第 2 刺长于第 1 刺而末端尖或较尖；前胸栉基线向前弧拱及两性变形节的形态与偏远种团（*remota*-group）的长指古蚤（*P. longidigita* Chen，Wei *et* Li）颇为接近。但据以下特征可与后者和本属其他成员区别：①颊栉第 1 刺端圆；②前胸背板背缘显然较该种者长；③♂第 9 腹板后臂自基部向末端渐窄，背缘有 1 列 22～25 根小刺鬃（本新种即据此命名）；抱器不动突较该种者宽；④第 7 腹板后缘斜直，无上端角。

形态记述

头部（图 6～7） 额突和额内突均发达。眼退化，仅留痕迹。颊栉第 3 刺长为宽的 4～5 倍，最宽处在中部之前，其后变窄，具窄而长的端部。后头鬃 3 列，为 2、2、5 根。下唇须约达前足基节的 2/3 强。

胸部 前胸背板具 1 列 5 根鬃；背缘较长，为前胸栉背刺长的 1.5～1.7 倍。前胸栉刺 16 根，除背方几根端圆外其余各刺端都尖。中胸背板颈片内侧假鬃两侧共 6～7 根。后胸后侧片有鬃 2 列共 4 根，其气门宽度小于或接近其长度。前足基节外侧鬃约 25 根左右。前、中、后足第 5 跗节各有 5 对侧蹠鬃，第 1 对位于第 2 对之间。近爪有 1 对亚端鬃。后足胫节外侧具 1 列 6 根鬃，背缘有 7 个切刻。后足第 2 跗节端长鬃接近或达到第 3 节末端。

腹部 各背、腹板在其近背、腹缘处有网纹，后缘不形成锯齿。♂第 1～4，♀第 1～7 背板各有 2 列鬃，♂5～7 背板只有 1 列鬃。第 1～5 背板端小刺两侧共 4～5（7），3～6，2～4、2、0（2）根。第 2～7 背板气门下方均有 1 根长鬃。各气门端尖，臀前鬃 3 根。

变形节 ♂（图 8）8 腹板近腹缘处具侧鬃 4～5 根，后缘具一弧形后腹凹、上方钝圆或较圆。不动突有线纹。可动突明显高于不动突，上部宽于下部，末端截形或略圆。柄突较直。第 9 腹板后臂有腹缘鬃 9～10 根，后端 2 根稍长。阳茎见图 8。♀（图 9）第 7 腹板较高，前背角约与第 7 背板气门呈水平，其侧鬃 1 列 5 长 3 短鬃。第 8 背板下部仅有 1 长鬃，后缘有短鬃 6 根。第 8 腹板端部棍形，末端有小鬃 5 根。肛锥较长，长为宽达 3.7～4.5 倍，具 1 根端鬃和 1～2 根亚端鬃。

标本记录

正模♂，配模♀，副模 3♂♂自长尾鼩鼱；另副模 2♂♂自多齿鼩鼹 *Nasillus gracilis*；1♂自普通鼩鼱。体长♂1.7～2.1mm；♀2.1mm。

中突古蚤，新种 *Palaeopsylla medimina* sp. nov.

鉴别特征

本新种以其额突下内骨化带宽而骨化较弱，颊栉第 4 刺基几与额缘连接，前胸栉刺

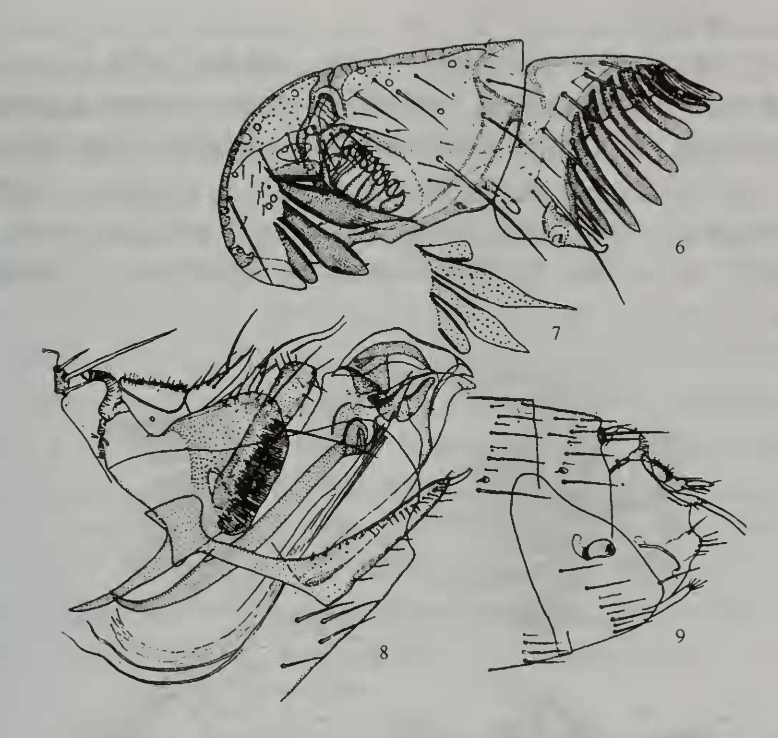


图 6～9　多棘古蚤，新种 *Palaeopsylla polyspina* sp. nov.
6：♀头和前胸栉板，配模；7：♂颊栉，正模；8：♂变形节，正模；9：♀变形节，配模

直而端尖与短额种团（*brevifrontata*-group）的短额古蚤（*P. brevifrontata* Chang）（Wu and Liu　1984）和鹅头形古蚤（*P. anserocepsoides* Chang，Wu et Liu　1984）（仅有♀记述）接近。但据以下特征可与该两种和本属其他成员区别：①额突下的内骨化带在近口角处特宽；②颊栉第 2 刺的背腹缘几呈平行；③♂第 9 腹板后臂显然较长，并从基部向末端逐渐狭窄；④♀第 7 腹板后缘有两个小凹陷，中叶呈三角形明显突出（本新种即据此命名）。

形态记述

头部（图 10）　额突和额内突均发达。眼退化仅留痕迹。颊栉第 1 刺端圆，第 2、3 刺均在中部之后突然变窄，具窄长的端部，第 3 刺长为最宽处的 3.3～4.1 倍。后头鬃 3 列。为 2、2、4～5 根。下唇须达到前足基节的 4/5 或接近末端。

胸部　前胸背板具 1 列 5 根鬃。前胸栉刺基线直，两侧共有刺 18（19）根、各刺端都尖、背刺显然较该背板长。中胸背板颈左内侧假鬃两侧共 5～6 根，其气门宽度小于或等于长度。前足基节外侧有鬃 20～25 根。前、中、后足各有 5 对侧蹠鬃。第 1 对位于第 2 对之间，另有亚端鬃 1 对。后足胫节外侧具 1 列 6 根鬃，背缘有 7 个切刻。后足第 2 跗节端长鬃超过第 3 节末端，个别达第 4 节中部。腹部各节背、腹板表面在近背、腹缘处有网纹，后缘无锯齿。第 1～7 背板，♀均有 2 列鬃；♂第 7 背板有例外，有的仅有 1 列鬃。第 1～5 背板端小刺两侧共计♂6～7，5～8、3～6、2～5，0～1 根；♀6～8、5～10、（2）5～7、2～5、0 根。第 2～7 背板气门下方均有 1 长鬃，各气门端

略尖。臀前鬃 3 根。

变形节 ♂（图 11）第 8 腹板下部有 6～8 根，后缘浑圆，背缘无小齿。不动突有线纹，末端呈锥形。可动突端部较宽，并微向前曲。基节臼不与柄突基部连接。柄突较狭长，末端微向上翘。第 9 腹板后臂约与前臂等长，具腹缘鬃 7～9 根，近端 2 根较长。阳茎见图 11。♀（图 12～13）第 7 腹板侧鬃多，长鬃 5～6 根，短鬃 4～16 根；在后缘凹陷前方有深色骨化区。第 8 背板下部具侧鬃 3～4 根，后缘有短鬃 5～6 根。第 8 腹板端部的小鬃较长，共 5～7 根。第 9 腹板骨化较弱，其端腹缘可见 3～4 根细鬃。肛锥长为宽约 4 倍。

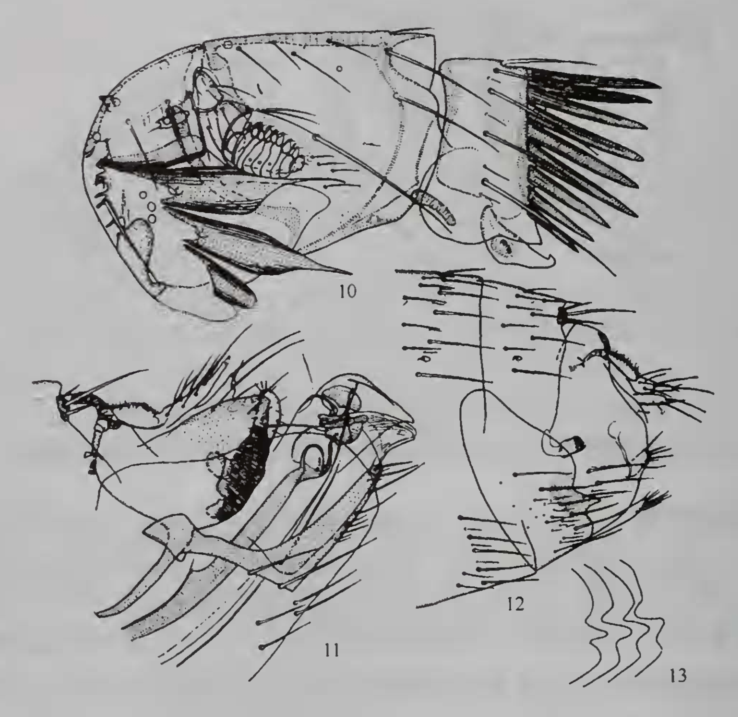


图 10～13 中突古蚤·新种 *palaeopsylla medimina* sp. nov.
10：♀头和前胸背板，配模；11：♂ 变形节，正模；12：♀变形节，配模；13：♀第7腹板变异，副模

标本记录

正模♂，配模♀，副模 10 ♂ ♂ 18♀♀自多齿鼩鼹；另副模 1 ♂ 1♀自长尾鼹（*Scaptonyx fusicaudatus*），1 ♂ 1♀自背纹鼩鼱，1♀自滇绒鼠（*Eothenomys eliusis*），1♀自鼠兔 *Ochotona* sp. 。体长♂ 1. 8～2. 3mm；♀1. 9～2. 3mm。

新种归属种团问题的探讨

自 Wagner 1903 年建立古蚤属以来，本属蚤类已知有 40 余种（亚种），在中国发现或有分布者 17 种（不包括本文发表的三新种）。其属下的种团分类，首先是 Smit（1960）建立 4 个种团，即小型种团（*minor*-group）、鼩鼱种团、偏远种团及化石种团（*klebsiana*-group）。近期，中国学者陈宁宇等（1979）和张金桐等（1984）先后根据在

中国发现的钝刺古蚤（*P. obtuspina* Chen，Wei，Li　1979）和短额古蚤建立了钝刺种团（*obtuspina*-group）和短额种团。至此，共分为 6 个种团。但是，正如柳支英等（1986）所指出的，由于近年相继发现了不少古蚤新种，按原来分种团的特征，有的种类界于两个种团之间，同时提出，古蚤属分种团的特征还有待进一步研究。

本文记述的 3 个新种，按 Smit（1960）、Hopkins、Rothschild（1966）、张金桐等（1984）及柳支英等（1986）分种团的特征比较：多棘古蚤新种基本符合偏远种团，如颊栉节 3 刺最长、在中部之后突然狭窄，具窄长的端部；腹节背、腹板无网纹，其后缘光滑无锯齿；♂不动突有线纹，基节臼与柄突基部连接，第 9 腹板后臂自基部渐窄，端鬃较短而无刺鬃；♀第 8 背板下部在二纵列鬃和后缘鬃之间无鬃，第 8 腹板末端有较长的小鬃等。宽指古蚤新种，就像它的近缘种奥塞梯古蚤那样，归入鼩鼱种团有不少例外，为颊栉第 3 刺在中部之后乃逐渐削尖；前胸栉各刺端都尖；腹部背、腹板后缘虽有个别小齿但不呈锯形；♂基节臼不与柄突基部连接，第 9 腹板后臂的基部特宽；♀第 8 背板下部在一斜列鬃和后缘鬃之间无鬃，第 8 腹板端部的小鬃较长。但额突下的骨化带．颊栉、前胸栉、腹部背、腹板和两性变形节有关的其他特征均与已往的记述相符。中突古蚤新种与短额种团的特征比较，除腹部背、腹板近背、腹缘有两纹，♂第 9 腹板前臂几平直，后臂自基部渐窄，♀第 9 腹板骨化较弱（边界不清）外，均与原描述相符。

笔者认为，古蚤属迄今建立的 6 个种团的鉴别特征，除化石种团、钝刺种团和短额种团在颊栉的形态和着生位置上有其特征易于区别外，其余小型种团、鼩鼱种团和偏远种团均基本上无特征，多项综合特征又都互相交叉，对实际应用带来一定困难，因此是有进一步研究的必要。但从目前情况来看，多棘古蚤新种和中突古蚤新种分别归入偏远种团和短额种团应无问题，只需对后一种团的特征稍予修订即可。宽指古蚤新种的归属问题，由于矛盾不少，令人有点疑惑，但至少目前应和它的近缘种奥塞梯古蚤一样（将某些形态作为例外）归属于鼩鼱种团。不排除将来的进一步研究，特别是奥塞梯古蚤雄性或其他相近种的发现和研究，有可能把它们从本种团中分离出来另建立一新的种团。

据已往资料记载，古蚤属鼩鼱种团和近年在中国秦岭发现的短额种团的成员均分布于古北界。此次宽指古蚤新种和中突古蚤新种在高黎贡山的发现，是上述两个种团蚤类在东洋界分布的首次记录。

主要参考文献

陈宁宇，魏书凤，李贵真．1979．四川省古蚤属两新种记述及对我国古蚤属的分类探讨（蚤目：多毛蚤科）．昆虫学报，22(3)：349～354

柳支英等．1986．中国蚤目志．北京：科学出版社．546～573

张金桐，吴厚永，柳支英．1984．秦岭山区蚤类的研究（一）多毛蚤科（Hystrichopsyllidae）三新种和新亚种的记述．动物分类学报，9(3)：301～308

Hopkins，Rothschild M. 1966. An Illustrated Catalogue of the British Museum. IV：152～207

Lewis R E. 1973. New species of *Palaeopsylla* Wagner，1903 from Nepal，with a discussion of the *remota* species group (Siphonaptera：*Hystrichopsyllidae*). J Parasit，59：187～197

Smit F G M. 1960. Notes on *Palaeopsylla*，a genus of Siphonaptera. Bull Br Mus Nat Hist (Ent.)，9：369～386

Three New Species of the Genus *Palaeopsylla* from Gaoligong Mountains, Yunnan Province (Siphonaptera: Hystrichopsyllidae)

XIE Bao-qi GONG Zhen-da

(Rèsearch Institute of Epidemic Diseases of Yunnan Province)

This paper describes three new species of *Palaeopsylla* Wagner, 1903, collected in October, 1985 from Gaoligong Mountains (about 3200m), Gongshan County, north-western, Yunnan province. All the type specimens are deposited in the Research Institute of Epidemic Diseases of Yunnan Province

***Palaeopsylla laxidigita* sp. nov.** (Figs. 1～5)

This new species is similar to *P. osetica* Ioff, 1953 (only the female was known) of the *soricis*-group, but differs from the latter and other members of this genus by the following characters: 1) in female, the posterior margin of st. VII with a triangar sinus, its upper lobe is broad and truncate, and the lower lobe is rounder ; 2) in male, the movable process of clasper is broader, only about 3.0～3.6 times as long as widest at the apex part (hence the new species is named).

Holotype ♂, allotype ♀, paratypes 2 ♂♂, 2 ♀♀, off *Sorex cylindricauda*, 1♀off *Sorex eraneus*. Body length: ♂ 1.6～2.1mm; ♀1.8～2.2mm.

***Palaeopsylla polyspina* sp. nov.** (Figs. 6～9)

This species is related to *P. longidigita* Chen, Wei *et* Li, 1979 of the *remota*-group, but differs from the latter and other members of this genus by the following characters: ① the first spine of genal comb being rounded apically, instead of slightly pointed; ② the dorsal margin of pronotum distinctly longer than its dorsal spine of pronotal comb; ③ in male, the distal arm of st. IX narrowing gradually from base toward apex, its dorsal margin with one row of 22～25 small spiniform bristles (hence the new species is named); the process of clasper wider than that of the latter species; ④ in female, the posterior margin of st. VII oblique and straight, without posterior dorsal.

Holotype ♂, allotype♀, paratypes 3 ♂♂, off *Sorex caudatus*; other paratypes 2 ♂♂, off *Nasillus gracilis*; 1 ♂, off *Sorex eraneus*.. Body length: ♂ 1.7～2.1mm; ♀2.1mm.

***Palaeopsylla medimina* sp. nov.** (Figs. 10～13)

This new species resembles closely to *P. brevifrontata* Zhang, Wu *et* Liu, 1984 and *P. anserocepsoides* Zhang, Wu *et* Liu, 1984 (only the female were know) of *brevifrontata*-group, but differs from the latter two species by the following characters:

① the incrassation of frons below tubercle is widened near the oral angle; ② the dorsal and ventral margin of the second spine of genal almost parallel; ③ in male, the posterior arm of st. IX obviously longer, about as long as anterior arm, and narrowing gradually from the base toward the apex; ④ in female, the posterior margin of st. VII with two small sinus, its medial lobe triangular and distinctly protruding beyond dorsal and ventral lobes (hence the new species is named).

Holotype ♂, allotype ♀, paratypes 10 ♂♂, 18 ♀♀, off *Nasiffus gracilis*; other paratypes 1 ♂, 1♀, off *Scaptonyx fusicaudatus* 1 ♂, 1♀, off *Sorex cylindricauda*; 1♀, off *Eothenomys eleusis*; 1♀, off *Ochotona* sp., Body length: ♂ 1.8~2.3mm; ♀1.9~2.3mm.

The paper is concluded with a discussion on the problem of the three new species assigned to the species-group. The authors consider that *P. laxidigita* sp. nov., *P. polyspina* sp. nov. and *P. medimina* sp. nov. should orderly assigned to *soricis*-group *remota*-group and *brevifrontata*-group, though of which two species showed certain differs from the descriptions in the pass.

Key words Siphonaptera, Hystrichopsyllidae, *Palaeopsylla*, New species

高黎贡山柳氏蚤属一新种记述*
(蚤目：多毛蚤科)

解宝琦　段兴德

(云南省流行病研究所，大理)

摘　要　本文记述柳氏蚤属（*Liuopsylla*）一新种，杆形柳氏蚤（*L. clavula* sp. nov.）。新种♂与锥形柳色蚤（*L. conica*）（Zhang，Wu *et* Liu　1985）接近，但有明显区别。标本采自云南高黎贡山多齿鼩鼹（*Nasillus gracillis*）体上。

关键词　蚤目，多毛蚤科，柳氏蚤属，新种

柳氏蚤属（*Liuopsylla* Zhang Wu *et* Liu　1985）系张金桐根据中国陕西秦岭短尾鼩（*Anourosorex squamipes*）的一只雄蚤建立的，迄今仅独模种。近年，笔者等从云南西北部高黎贡山采到本属一新种。兹记述如下：

杆形柳氏蚤，新种 *Liuopsylla clavula* sp. nov.

鉴别特征

本新种♂与锥形柳氏蚤（*L. conica*）（仅有♂记述）接近，但据下列显著特征易以鉴别：①第 8 背板长度微小于其中部宽度，而不是明显较长；②第 8 腹板后突部杆形（本新种即据此命名），而不是锥形；③抱器不动突较宽短，略呈等边三角形，其前缘无鬃；④抱器可动突略呈倒靴形，而不是香蕉形；⑤第9 腹板后臂有明显的腹膨并有较多的鬃和刺鬃。

♀未发现。

形态记述

头部（图 1）　额缘圆。额突位于额缘中点略下。眼椭圆，色较淡。腹缘有小凹。颊栉第 4 刺较长，具细长的端部。眼鬃 3 根。额鬃 1 列 7 根。在眼鬃和额鬃之间，触角窝前缘有长鬃 1 根。触角第 2 节最长鬃长达棒节第 4 节。触角窝背方有小鬃 1 列 9～12 根。后头沟颇发达。后头鬃 3 列，为 4、5、5 根。下唇须长达前足基节的2/3。**胸部**（图 1，2）前胸背板具 1 列 6 根长鬃。前胸栉刺 16 根，其背刺显著长于该背板背缘。中胸背板颈片两侧共有假鬃 6～7 根。后胸有完整的侧和发达的侧拱。后胸背板两侧共有端小刺 5 或 6 根。后胸后侧片有 3 列鬃，为 3、3、1 根。前足基节外侧有鬃约 30 余根。各足股节内侧近基部有小鬃 1 根。前足股节外侧中后部有鬃 7～9 根。中、后足股

* 本文 1990 年发表于《动物分类学报》，15(4)：500～502。

节外侧除几根亚背缘鬃外，近端有鬃 4 根。后胫节外侧有鬃 3 列（前列不完整）；内侧有 1 列 4 或 5 根鬃；背缘有 7 个切刻并各有两根鬃，在第 5 和第 6 切刻之间另有一单鬃。后足胫节的长端鬃达不到第 1 跗节末端。后足第 2 跗节微长于第 3、4 节之和，其最长端鬃微超过第 3 节之半。各足第 5 跗节第 1 对侧鬃均位于第 2 对之间。

腹部 各节背板均有完整鬃 2 列，各气门近三角形而末端较尖。第 2～7 背板主鬃列下位鬃均在气门下方。第 2～6 背板端小刺依序为 4～5、4～6、4、4、2～4、1～4 根。各背板后缘均有排列稀疏的小齿。臀前鬃 3 根。

变形节 ♂（图 3～5）第 8 背板（图 4）较短，不能遮盖整个变形节。第 8 腹板末端圆或略尖，具腹缘鬃和侧鬃共 6 或 7 根。抱器体，所获 3 个标本均显著地不与体轴呈水平，而向后下方悬垂。前内突发达。柄突自基部渐窄，端部微向上翘。在前内突和柄突之间可见突出的抱器体前端突。不动突和可动突的末端均明显低于抱器体背缘。不动突后缘有 1 列 7 根小鬃。下位一根臼鬃低于基节臼鬃背缘。可动突（图 5）端背缘有较宽的深色骨化区。第 9 腹板后臂自基地部分为左右两支、基段无鬃，后段背缘有小鬃 1 列 9～12 根；后缘有明显的腹膨，近端有 3 根鬃，刺鬃以下直至腹膨有长鬃和小刺鬃多根。臀板背缘较直，两侧共有杯陷 38 个。肛腹板略长于肛背板。肛背板基部可见半透明的颈片。阳茎（图·6）钩突呈爪形。阳茎内突显然较锥形柳氏蚤者宽阔，阳茎杆也不像该种那样卷曲成圈。

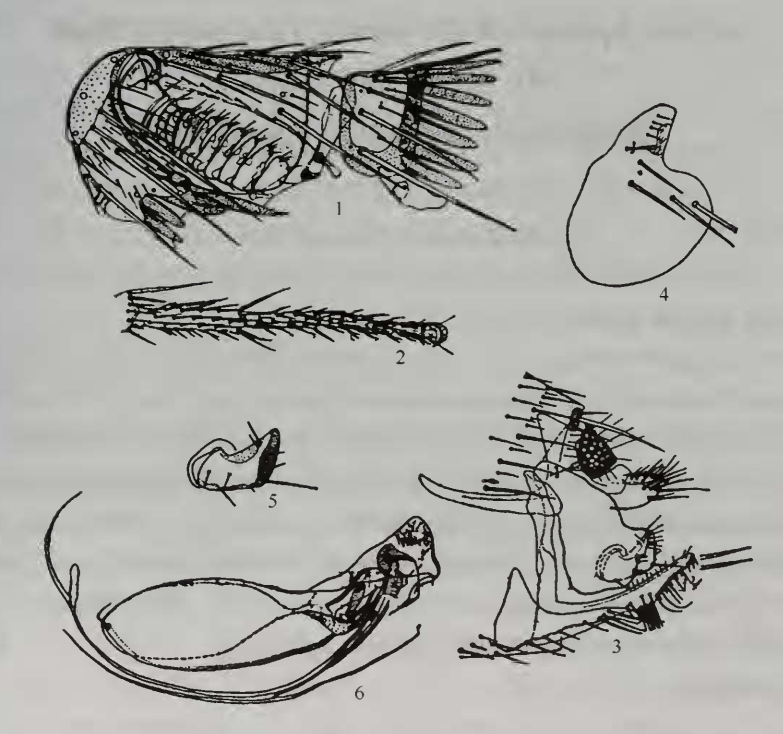


图 1～6 杆形柳氏蚤·新种 *Liuopsylla clavula* sp. nov. ♂

1：头和前胸背板、正模；2：后足跗节、副模；3：第8背板、正模；4：变形节、正模；5：抱器可动突、正模，放大；6：阳茎体、副模

标本记录

正模♂，副模2♂♂分别自多齿鼩鼹（*Nasillus gracilis*），于1985年10月15～30日采自云南西北部贡山县高黎贡山（海拔2600～3200m）。体长2.5～2.6mm。模式标本存云南省流行病研究所。

讨论

本新种♂形态几乎与柳氏蚤属原描述完全符合，作为本属的新成员应无问题。但新种与锥形柳氏蚤有很大不同，如头部有发达的后头沟，腹部各节背板的气门不圆而端尖，抱器前内突与柄突之间有突出的抱器体前端突以及第9腹板后臂有较多的鬃和刺鬃等形态，似乎超越3种一阶元的差异。这一问题，有待于更多同种的发现再进一步研究。

主要参考文献

张金桐，吴厚永，刘泉．1985．秦岭山区蚤类研究（四）多毛蚤科——新亚科新属新种及其讨论．动物分类学报，10（1）：67～71

A New Species of the Genus *Liuopsylla* from Mt. Gaoligong, China (Siphonaptera: Hystrichopsyllidae)

XIE Bao-qi DUAN Xin-de

(Yunnan Institute of Epidemic Diseases)

Liuopsylla clavula sp. nov. (Figs. 1～6)

This new species in male is related to *L. conica* Zhang, Wu *et* Liu, 1985 but readily separable from the latter by following important characters: ① the t. VIII with its length slightly smaller than width of the median portion, instead distinctly larger; ② the apical process of st. VIII clavated (hence the new species is named), instead of cone-shaped; ③ the immovable process of clasper nearly eqilateral triangle, its antirior margin without bristle; ④ the movable process of clasper nearly upside-down boot-shaped, instead of bananashaped; ⑤ the posterior margin of distal arm of st. IX with a ventral dilation distinctly and with a lot of bristles as well as small spiniforms.

Female unknown.

Holotype male, paratypes 2 males (body length 2.5～2.6mm) separately off *Nasillus gracilis*, collected in 15～30, October, 1985 from Gaoligong Mountain (elevation about 2600～3200m), Gongshan County, North-western region of Yunnan Province and are deposited in the Research Institute of Epidemic Diseases of Yunnan Province.

Key words Siphonaptera, Hystrichopsyllidae, *Liuopsylla*, New species

高黎贡山栉眼蚤属一新种*
（蚤目：多毛蚤科）

龚正达　黄文丽

（云南省流行病防治研究所，下关 671000）

1987 年 10～12 月，笔者先后对滇西高黎贡山西坡的独龙江（贡山县）和片马（泸水县）两地进行了蚤类的区系调查，结果发现其中在片马雪山丫口附近采获的栉眼蚤属中华栉眼蚤亚属 *Ctenophthalmus* subgenus *Sinoctenophthalmus*. Hopkins and Rothschild，1966 中有一新种（此标本于次年 4 月在当地东坡又采获一批），兹记述如下。

泸水栉眼蚤 *Ctenophthalmus*（*S.*）*lushuiensis* 新种

鉴别特征

本新种♂可动突端缘具明显的内凹除端凹栉眼蚤［*Ctenophthalmus*（*S.*）*parcus*］（Jordan　1932）和二窦栉眼蚤［*Ctenophthalmus*（*S.*）*dinormus*］（Jordan　1932）外与本亚属的其他种不同。与后两者的区别在于：♂可动突的中部较窄（可动突的长度通常为其中部宽的 2 倍多）；阳茎端侧叶比较窄和明显凸出（端部通常略尖）；第 9 腹板后臂短于前臂之半。此外，可动突后端角发达并后伸明显和后缘不明显后凸以及♀第 7 腹板后缘的中叶圆而突起和其下的凹陷很深与端凹栉眼蚤不同；而♂可动突的端缘区具较宽的骨化带和阳茎背侧突起较宽短以及♀第 8 背板前部钩形骨化痕不明显又与二窦栉眼蚤不同。

种的记述

头部　额突发达，♂位近中央♀约下 2/5 处。下唇须稍短，长约达前足基节的 3/4 处。胸：中胸背板假鬃数 6 根，个别标本 4 或 5 根。后胸后侧片鬃通常 5（5～7）根。后足胫节外面鬃一列计 6 根；后足第 2 跗节的端鬃长达第 4 跗节的基部至中部。

腹部　第 1～7 背板各具两列鬃，但第 7（部分标本 5～7）背板的前列鬃通常不完整；第 1～4 背板端齿齿数：2、2～3、0～2、0～2。臀前鬃 3 根。

变形节　♂（图 1～4）第 8 腹板后缘钝圆，后腹缘具明显的凹陷；腹板上具长鬃 2（3）根，短鬃 1～3 根。可动突长约为其中部宽的 2 倍或多一些，端缘具深的内凹和较宽的骨化带，其凹陷最深处位于中点之前；前端角短而圆；后端角发达，显著长于前端角并后伸较明显。不动突前叶宽短，上具长鬃 3(2)根；后叶略窄长，基部具长鬃一根，个别标本长鬃之前还有一根短鬃，后叶上具短小鬃一根。第 9 腹板前臂基段的宽度约与

* 本文 1992 年发表于《昆虫学报》，35(1)：110～112。

后臂相等；后臂长不及前臂之半，约为其自身宽度的 2 倍，端缘的形态变异较大，呈钝圆、截状或斜截状不等。阳茎特征如图 5。♀（图 6～7）第 7 腹板后缘凹陷较深、中叶圆而突出；腹板上具长鬃 5～6 根，短鬃 1～2 根。第 8 气门不扩大，背板前部具骨化加深但钩形骨化痕不明显，后叶钝圆，背板具长鬃 5～6 根，短鬃 1～2 根。第 8 腹板游离突较细长。肛椎长为基部宽的 3～3.5 倍，端鬃长约为椎体的 2.5 倍。受精囊头、尾分界明显，头部长于尾部。交接囊形态如图 6。

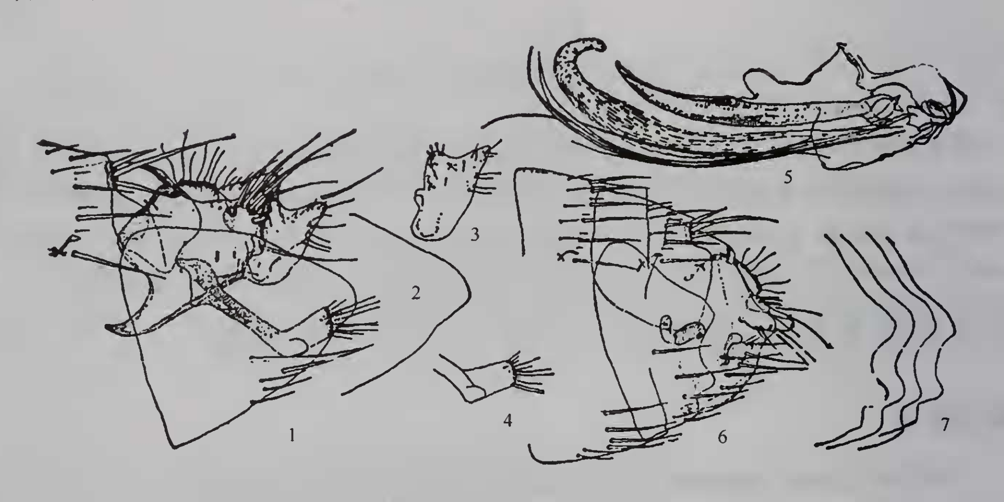


图1～7　泸水栉眼蚤 *Ctenophthalmus*(*S.*)*lushuiensis* sp. nov.
1:♂变形节;2:♂第8腹板变异;3:可动突变异;4:♂第9腹板端部变异;5:阳茎;
6:♀变形节;7:♀第7腹板变异

标本记录

正模♂，配模♀，1988 年 4 月采自泸水的克钦绒鼠（*Eothenomys cachinus*）；副模 44♂♂33♀♀自克钦绒鼠，1♂自中华新猬片马亚种（*Neotetracus sinensis cuttingi*），采于泸水县高黎贡山西坡（1987 年 11 月）和东坡（1988 年 4 月），约东经98°68′，北纬 26°01′；海拔 2800～3200m。体长：♂1.9～2.4；♀2.2～2.8mm。标本保存于云南省流行病防治研究所。

讨论新种栉眼蚤的分布目前仅见于滇西高黎贡山中段，克钦绒鼠为其主要宿主。与新种蚤共栖于该鼠体的蚤类还有喙突栉眼蚤［*C.*（*S.*）*aproboscis*］、缨状新蚤（*Neopsylla fimbrita*）、二毫新蚤（*N. biseta*）和迪庆额蚤（*Frontopsylla diqigensis*）。由于过去云南省对滇西绒鼠属的分类较混乱，因而从未见该绒鼠寄生蚤的报道，上述蚤类在该鼠体的发现，均为国内首次记录。

克钦绒鼠的分布在云南主要是滇西的贡山、泸水、梁河、陇川一带。在检视以往采集的这一带自滇绒鼠（分类上存在问题）的端凹栉眼蚤形态上与本新种接近而与分布于四川西部主要采自西南绒鼠的端凹栉眼蚤的形态差异较大；此外，据云南现有资料表明，西南绒鼠在云南的主要寄生蚤为云南栉眼蚤［*C.*（*S.*）*yunnanus*］而无染带端凹栉眼蚤的记录。因此初步认为，它可能是本新种的误定。鉴于该种蚤在云南由于地理分布、海拔、气候和宿主（有待进一步调查）不同以及各地标本在形态上存在着一定的差

异，因此，分类地位尚需做进一步的研究。新种蚤等栉眼蚤在与缅甸相毗连的高黎贡山西坡的发现预示，中华栉眼蚤亚属除我国外，缅甸无疑亦有分布。

主要参考文献

李贵真．1979．云南省贡山县蚤类调查简志（上）．昆虫分类学报，1(2)：91～102

柳支英等．1986．中国动物志，昆虫纲，蚤目．北京：科学出版社．595～620

Hopkins G H E，Rothschild M. 1966. An illustrated Catalogue of the Rothschild Collection of Fleas in the British Museum，4：521～529，888～901

A New Species of *Ctenophthalmus* from Mt. Gaoligong, West Yunnan (Siphomaptera: Hystrichopsyllidae)

GONG Zheng-da　HUANG Wen-li

(Research Institute of Epidemic Diseases of Yunnan Province, Xiaguan, 671000)

***Ctenophthalmus* (*Sinoctenophthalmus*) *lushuiensis* sp. nov.**

The new species distinguished from other members of the subgenus except *C.* (*S.*) *parcus* (Jordan 1932) and *C.* (*S.*) *dinormus* (Jordan 1932) by the deeper concavity of the apical margin of the movable process of male.

In male, it differs from *parcus* and *dinormus* in the median of movable process narrower (usually more than twice as long as its median width); the disto-lateral lobe of paramere narrower and strongly convex (usually more pointed); the distal arm of st. IX much less than half length of proximal arm; in addition, also differs from the former species in the posterior apical angle of movable process well developed, and its posterior margin not so convexity; differs from the latter by the median dorsal expansion of paramere broader and shorter, and the apical margin area of movable process strongly sclerotized.

In female, it differs from the former species in the apical margin of st. VII with a prominent rounded median lobe and below which the margin is more deeply sinuate; differ from the latter in the t. VIII without distinct unciform sclerotization.

Holotype ♂, allotype ♀, paratypes 44 ♂♂, 33♀♀, ex *Eothenomys cachinus*, paratype 1 ♂ ex *Neotetracus sinensis cuttingi*, collected from Mt. Gaoligong (98°68′E. Long., 26°01′ N. Lat., elevation 2800～3200m), Lushui County, Yunnan Province in November and December, 1987 and April, 1988. Body lenght: ♂ 1.9～2.4 mm; ♀2.2～2.8mm. all type specimens are kept in the Research Institute of Epidemic Diseases of Yunnan Province.

云南高黎贡山蚤类的生态区系*

龚正达　解宝琦　林家冰

（云南省流行病防治研究所，大理市 671000）

摘　要　本文报道了 1985 年以来对我国横断山南端高黎贡山东、西坡蚤类生态区系的调查及研究结果。共发现蚤类 5 科 23 属 47 种（亚种）。文中对该山脉蚤类在不同森林植物带的群落结构、种的多样性及均匀度，各种蚤的栖境幅度、宿主多样性进行了陈述和比较，并对蚤类的区系特征、特有种的区系划分等问题进行了讨论。

关键词　云南，高黎贡山，蚤类，生态区系

高黎贡山蚤类过去研究较少，仅有零星的报道（李贵真　1979，1980）。1985 年以来，结合怒江横断山区医学动物区系调查，我们对该山脉小兽及其寄生蚤做了大量的分类区系的研究。

1　自然概况与工作方法

高黎贡山是横断山南段部分的重要山系之一，位于滇西北，高耸于怒江西岸，西坡大部分与缅甸接壤。山最高约 4200m，谷深 800～1600m，相对高差 2000m 以上，南北纵行，全长 400km。从地域上看，本区属青藏高原的东南边缘。按动物地理区划应属东洋界，西南区的西南山地亚区。调查工作主要在高黎贡山东坡（贡山县城 1600m 至南磨山顶 4000m）和西坡（泸水县下片马 1800m 至风雪丫口南峰 3600m）进行，部分材料采自独龙江巴坡至西哨房和泸水姚家坪林场。当地植被由于高差大，水湿和气候条件不同，形成了明显的植物垂直分布景观（图 1）。

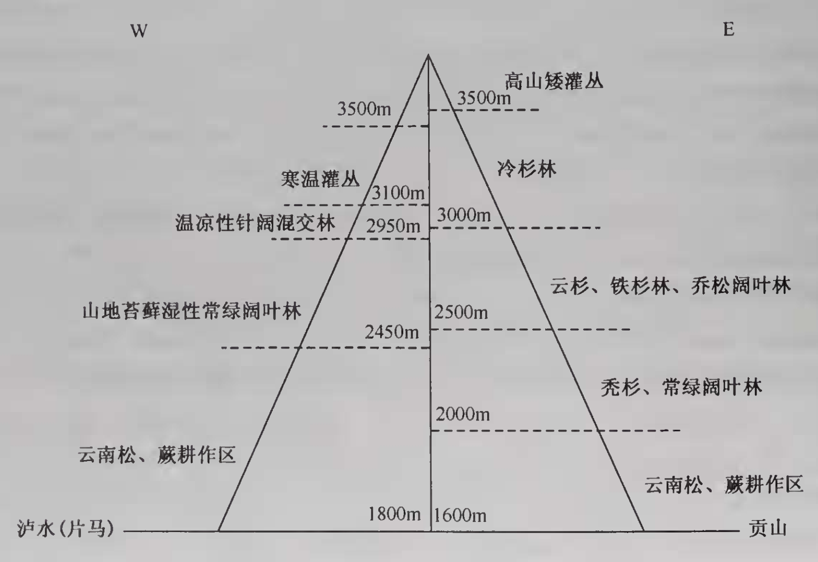


图1　高黎贡山东坡（贡山）和西坡（泸水）不同植被的垂直分布

* 本文 1996 年发表于《动物学研究》，17(1)：59～67。

调查方法主要以鼠夹、笼法捕捉地面鼠形小兽为主，辅以枪击捕打部分鸟类和树栖动物，收集其体寄生蚤，也收集部分人体和家畜（犬）的携带蚤，经登记带回实验室制成标本后鉴定。所获材料用 Shannon-Weiner index $H=-\sum_{i=1}^{i}P_i\ln P_i$ 分别计算东、西坡各垂直带和群落的多样性指数、各种蚤的栖境幅度和宿主多样性指数，以 Pielou（1949）公式 $H/\ln S$ 计算各相应的均匀度指数。

2 调查结果

2.1 高黎贡山蚤类的组成

从捕获的 5 目 10 科 16 属 30 余种计 1661 只小型兽类及部分人、鸟和犬体，发现高黎贡山的蚤类由 5 科 23 属 47 种（亚种）组成（包括我们尚未采到的大叶新蚤），其中发现一新亚属、两新记录属和 19 个新种（以 * 标记），名录见表 1。

2.2 垂直分布及群落结构

蚤类作为哺乳动物和鸟类的体外吸血寄生虫，其生存与分布取决于宿主动物的存在和分布，而后者又取决于地理气候和土壤植被。在高黎贡山所发现的 46 种蚤类（大叶新蚤除外）中，有 35 种蚤类的分布范围随其主要宿主分布于 3 个以上的垂直带，但不同种类在各垂直带的组成不同，显示出它们主要分布在某些垂直带中。如迪庆额蚤、柳氏狭臂蚤就具有较大的垂直分布范围（为多带种或广布种），这与它们的主要宿主中华姬鼠（*Apodemus draca*）在山地具有较大的垂直分布范围（吴德林 1980，龚正达 1989）和广泛地理分布的能力（Eiterman et al. 1951）有关，即随宿主的分布而分布。与此不同的是，某些同宿主的主要寄生蚤，如二毫新蚤的分布，则明显窄于中华姬鼠。此外，值得注意的是一些我国较常见跨区分布的广布种，如印鼠客蚤、缓慢细蚤、棕形额蚤和人蚤等，由于生态条件的限制，仅能随其主要宿主黄胸鼠（*Rattus flavipectus*）、家畜等的活动范围分布于低海拔的山坡耕地周围，成为横断山区特殊地形中的“单带种”或“狭布种”。由此可见，宿主动物的分布和海拔的高低是高黎贡山蚤类分布的主要制约因素。

山地自然条件对动植物的分布有明显的影响。由于海拔高度不同，分布的种类和数量各异，可以形成数个垂直分布带。依据海拔高低和动植物的群落分布，把高黎贡山东西坡蚤类分布划为 5 和 4 个垂直分布带。东坡 I 带（云南松、蕨耕作区）：发现蚤类 13 种（占蚤种总数的 28.26%），优势种为偏远古蚤（42.57%）和缓慢细蚤（25.74%），II 带（秃杉常绿阔叶林带）：发现蚤类 17 种（占 36.95%），优势种为二刺大锥蚤贡山亚种（22.68%）和偏远古蚤（13.44%），数量较多的还有无值大锥蚤和无突栉眼蚤（分别为 10.08%）；III 带（云杉、铁杉、乔松阔叶林带）：发现蚤类 32 种（占 69.56%），优势种为狭凹茸足蚤（19.29%）；和泸水栉眼蚤（18.36%），喙突栉眼蚤数量也较多（10.18%）；IV 带（冷杉林带）：发现蚤类 20 种（占 43.47%），优势种为无突栉眼蚤（34.54%），刘氏叉蚤（13.18%）和中突古蚤（10.90%）数量也较多；V 带（高山灌丛带）：仅发现蚤类 4 种（占 8.69%），优势种为指形茸足蚤（68.18%）。

在西坡 I 带（云南松山坡耕作区）：发现蚤类 10 种（占 21.73%），优势种为斯氏新

表 1　高黎贡山蚤类的垂直分布、栖境幅度及区系成分

种类和数量构成*	合计(只)	东坡					西坡				栖境幅度指数	区系分布			
	1332	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV		横断山特有种	东洋界	古北界	广布种
近端远棒蚤 *Aviostivalius klossi bispiniformis*	14	7.14	78.57					14.28			0.60574		√		
卷带倍蚤宽亚种 *Amphalius manosus*	48			93.75	6.25						0.23378	+		√	
陆氏强蚤 *Cratynius lui*	15		13.33	46.66				40.00			0.99081	+	√		
细钩盖蚤 *Citellophilus sparsilis*	4					100								√	
无突栉眼蚤 *Ctenophthalmus aprojectus*	106		11.32	16.03	71.69				0.94		0.82203	+		√	
泸水栉眼蚤 *Ctenophthalmus lushuiensis*	152			78.28				3.28	1.97	16.44	0.67796	+		√	
喙突栉眼蚤 *Ctenophthalmus proboscis*	92			71.73					16.30	11.95	0.78788	+		√	
刘氏叉蚤 *Doratopsylla liui*	37			21.62	78.37						0.52213	+		√	
纪氏叉蚤 *Doratopsylla jii*	12			8.33	50.00				41.66		0.91838	+		√	
禽蓬松蚤指名亚种 *Dasypsyllus gallinulae gallinulae*	8			87.50			12.5				0.37677		√		
迪庆额蚤 *Frontopsylla diqingensis*	56	1.78	1.78	57.14	30.35	1.78			1.78	5.35	1.12511	+			√
棕形额蚤 *Frontopsylla spadix*	6	100													√
狭凹茸足蚤 *Geusibia stenosinuata*	136			91.91	4.41			0.73	2.94		0.3548	+		√	
指形茸足蚤 *Geusibia digitiforma*	39			25.64	35.89	38.46					1.08424	+		√	
方形茸足蚤 *Geusibia quadrata*	1								100			+		√	
台湾多毛蚤云南亚种 *Hystrichopsylla weida yunnanensis*	5				60.00				20.00	20.00	0.95728	+		√	
自氏多毛蚤 *Hystrichopsylla zii*	2								100			+		√	
圆凹多毛蚤 *Hystrichopsylla segnis*	19			68.42	10.52	10.52			10.52		0.970327	+		√	√
缓慢细蚤 *Leptopsyllsa segnis*	26	100													
杆形柳氏蚤 *Linopsylla clavula*	5		20.00		40.00				40.00		1.05492	+		√	
贡山大锥蚤 *Macrostylophora gongshanensis*	65		41.53	16.92					41.53		1.03051	+	√		
无值大锥蚤 *Macrostylophora euteles*	37	10.81	32.13	13.51			18.91		24.32		1.52490				√
保山大锥蚤 *Macrostylophora paoshanensis*	26		34.61	65.38							0.64505	+	√		

续表

种类和数量构成*	合计(只) 1332	东坡 I	东坡 II	东坡 III	东坡 IV	东坡 V	西坡 I	西坡 II	西坡 III	西坡 IV	栖境幅度指数	区系分布 横断山特有种	区系分布 东洋界	区系分布 古北界	区系分布 广布种
斯氏新蚤 *Neopsylla stevensi*	47		10.63	19.14	2.12		46.80	10.63	10.63		1.46831		√		
二毫新蚤 *Neopsylla biseta*	39			84.61	12.82		2.56				0.49856	+		√	
特新蚤裂亚种 *Neopsylla specialis schismatosa*	1		100									+	√		
特新蚤 *Neopsylla specialis*	12	8.33	41.66	16.66			25.00		8.33		1.42995		√		
惠状新蚤 *Neopsylla funbriala*	27			85.18	14.81						0.41948	+		√	
喜山二棘蚤中华亚种 *Peromyscopsylla sinica*	24		25.00	54.16	8.33				12.50		1.14565		√		
支英古蚤 *Palaeopsylla chiyingi*	32	6.25	18.75	21.87	28.12			15.62	9.37		1.68818	+	√		
内曲古蚤 *Palaeopsylla incurva*	9	11.11					77.77	11.11			0.68377		√		
宽指古蚤 *Palaeopsylla laxidigita*	9			11.11	77.77			11.11			0.68377	+		√	
中突古蚤 *Palaeopsylla medimina*	42		4.76	23.80	57.14		2.38		7.14	4.76	1.22874	+		√	
多棘古蚤 *Palaeopsylla polyspina*	5			20.00	80.00						0.50039	+		√	
偏远古蚤 *Palaeopsylla remota*	67	64.17	23.88	7.46			4.47				0.803008				√
绒鼠怪蚤 *Paradoxopsyllus custodies*	8	100													√
人蚤 *Pulex irritans*	4	75.00		25.00							0.5623				√
贡山罗氏蚤 *Rowleyella gongshanensis*	17			88.27			5.83		5.88		0.44372	+	√		
怒江罗氏蚤 *Rowleyella nujiangensis*	12		16.66	41.66			33.33		8.33		1.23659	+	√		
雷氏纤蚤 *Rhadinopsylla leii*	1			100								+		√	
方突斯氏蚤 *Smitipsylla quadrata*	17			100								+	√		
柳氏狭臀蚤 *Stenischia liui*	31			58.06				9.67	19.35	12.90	1.2357	+		√	
李氏狭臀蚤 *Stenischia liae*	4			25.00	75.00						0.56233	+		√	
奇异狭臀蚤 *Stenischia mirabilis*	3				100										√
吴氏狭臀蚤 *Stenischia wui*	7	28.57	14.28	42.85				14.28			1.27693	+		√	
印鼠客蚤 *Xenopsyua cheopis*	3	100													√
合计(种类及比例)	46	13	17	33	20	4	10	10	21	6		31	14	23	9
			44		95.65			29	63.04			67.39	30.43	50.00	19.56

* 未包括大叶新蚤。

蚤（43.13%），常见种有无值大锥蚤和内曲古蚤（13.72%）；II 带（山地苔藓湿性常绿阔叶林带）：发现蚤类 10 种（占 21.75%），优势种为陆氏强蚤（20.68%），常见种有斯氏新蚤、泸水栉眼蚤和支英古蚤（各占 17.24%）；III 带（温凉性针阔混交林带）：发现蚤类 21 种（占 45.65%），优势种为二刺大锥蚤贡山亚种（28.12%），常见种为喙突栉眼蚤（15.62%）；IV 带（寒温灌丛带）：仅发现蚤类 6 种（占 13.04%），优势种为泸水栉眼蚤（54.34%）和喙突栉眼蚤（23.91%），其他种相对较少。

从上述情况和表 1～2 和图 2 中可以看出，高黎贡山不同坡向及各垂直带的蚤类和数量构成明显不同，东坡种类（44 种，占 95.65%）明显多于西坡（29 种，占 63.04%），但不论东或西坡蚤类的丰富度都以中山森林地带为高，即东坡 2000～3500m 和西坡2450～3100m。其中，种类的多样性又都以 III 带（东坡 2500～3000m，西坡 2950～3100m 的针阔混交林带，即南北两大区系植被交叉重叠地带）最高，但在该带内由于包含了较多的种类，导致均匀度相对较低；其次是 II 带（东坡 2000～2500m，西坡 2450～2950m 的常绿阔叶林带），该带的均匀度最高，主要原因可能是常绿阔叶林的栖境稳定期限较长，有利于宿主及其寄生蚤在栖境内生存和繁殖。其他生境带，由于环境条件相对较差，导致了种的多样性和均匀度相对较低。高黎贡山海拔高度与蚤类分布的关系见图 2。

表 2　高黎贡山蚤类各群落种数、种的多样性及均匀度

	蚤类群落	种数	种的多样性	均匀度
东坡	V	4	0.92936	0.67039
	IV	20	2.25917	0.75413
	III	33	2.77092	0.79248
	II	17	2.41806	0.85347
	I	13	1.7562	0.68469
西坡	IV	6	1.28311	0.7162
	III	21	2.48873	0.81744
	II	10	2.00876	0.86735
	I	10	1.82582	0.79294

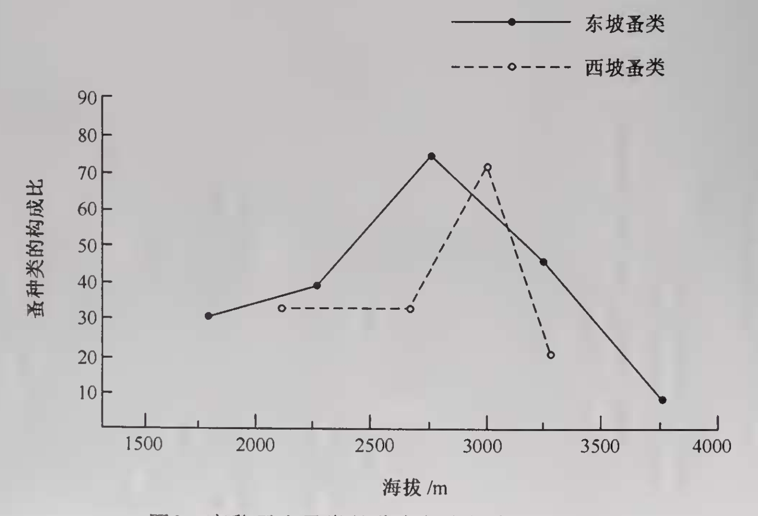


图2　高黎贡山蚤类的分布与海拔高度的关系

栖境是种群生活栖居的场所。由于栖境坡向、海拔高度、水湿条件、植被和宿主条件等的差异影响着种群的数量与分布。从表 1 中还可以看出无值大锥蚤、怒江罗氏蚤、迪庆额蚤、二毫新蚤、特新蚤、柳氏狭臀蚤、吴氏狭臀蚤、喜山二棘蚤中华亚种、支英古蚤和中突古蚤的栖境幅度较宽，它们中的某些种（如无值大锥蚤、迪庆额蚤、特新蚤和支英古蚤）分布都较广泛。而方突斯氏蚤、茸足蚤属的 3 个种、自氏多毛蚤、雷氏纤蚤、叉蚤属的两个种，以及古蚤属的部分种类等的栖境幅度，相对较窄或很窄，它们多数属于高山种类（分布于 2700m 以上），基本都是近年发现于本山系的新种，为当地横断山狭布或极狭布的特有种。

2.3 高黎贡山蚤类与宿主的关系

不同蚤类有不同的生物学特点，特别是寻找自然宿主的生态习性各异，即蚤类在漫长的进化过程中，与其宿主之间密切联系的生态适应。从表 3 可以看到高黎贡山 2/3 以上的蚤类能寄生于两种以上的宿主动物，其中宿主多样性指数较高的（多宿主型），有无值大锥蚤、怒江罗氏蚤、迪庆额蚤、斯氏新蚤、柳氏狭臀蚤、支英古蚤等。它们寄生在 5 种以上的宿主动物，都是分布较广（栖境幅度较宽）的种类。其次，宿主多样性相对较低的（寡宿主型），有二刺大锥蚤贡山亚种、保山大锥蚤、二毫新蚤和多棘古蚤等 27 种蚤类，它们寄生于 2～4 种宿主动物上，其分布范围（栖境幅度）亦相对较窄。其他种类如方突斯氏蚤、宽倍蚤等 14 种，仅见于 1 种宿主动物体（单宿主型），分布范围也较窄。

表 3 高黎贡山蚤类与宿主的关系

蚤类	合计（只）1332	宿主													
		中华姬鼠	黄胸鼠	大足鼠	刺毛鼠	白腹鼠	社鼠	灰腹鼠	梵鼠	滇绒鼠	克钦绒鼠	松田鼠	斯氏花松鼠	五纹松鼠	橙腹松鼠
二刺大锥蚤贡山亚种	65							1.53					55.38		43.07
无值大锥蚤	37					2.70	2.70	8.11					24.32	13.51	29.73
保山大锥蚤	26							3.85							80.77
贡山罗氏蚤	17	5.88													5.88
怒江罗氏蚤	12					25		8.33						33.33	25
狭凹茸足蚤	134	0.74								0.74	1.47				
指形茸足蚤	39											5.13			
迪庆额蚤	56	33.92		1.79	1.79	17.85	1.79	23.21			10.71	1.79			
斯氏新蚤	47			21.28		10.64	44.64	19.15		2.13					
二毫新蚤	39	71.79								10.26	17.95				
惠状新蚤	27							11.11		14.81	70.37	3.70			
特新蚤	12	83.33													
柳氏狭臀蚤	31	32.26		3.32		12.90	9.68	9.68			19.35				
李氏狭臀蚤	4								3.32						
吴氏狭臀蚤	7	14.29				28.57				50					

续表

蚤类	合计(只)1332	宿主													
		中华姬鼠	黄胸鼠	大足鼠	刺毛鼠	白腹鼠	社鼠	灰腹鼠	梵鼠	滇绒鼠	克钦绒鼠	松田鼠	斯氏花松鼠	五纹松鼠	橙腹松鼠
台湾多毛蚤云南亚种	5										20				
圆凹多毛蚤	19	84.21													
陆氏叉蚤	15										6.67				
刘氏叉蚤	37														
喜山二棘蚤中华亚种	24	4.17				25		66.66		4.17					
无突栉眼蚤	106	1.87								98.11					
泸水栉眼蚤	152	0.66													
喙突栉眼蚤	92					1.08			1.08		98.68				
缓慢细蚤	26		96.15	3.85							96.74				
偏远古蚤	67														
支英古蚤	32														
中突古蚤	42														
多棘古蚤	3									2.38					
宽指古蚤	9														
内曲古蚤	9														
人蚤	4														
禽蓬松蚤指名亚种	8									25					
其他*(种的代号)	125		①②③				④			⑤	⑥	⑦	⑧		

*①棕形额蚤 6 只；②印鼠客蚤 3 只；③绒鼠怪蚤 8 只；④近端远棒蚤 14 只；⑤奇异狭臀蚤 3 只；⑥自氏多毛蚤 2 只；⑦细钩盖蚤 4 只；⑧雷氏纤蚤 1 只；⑨纪氏叉蚤 12 只；⑩杆形柳氏蚤 5 只；⑪方形茸足蚤 1 只；⑫宽倍蚤 48 只；⑬方突斯氏蚤 17 只，采自麻背大鼯鼠 *ex petaurista albiventor*；⑭特新蚤裂亚种 1 只，采自不明鼠巢 ex Rat nest。

2.4 高黎贡山蚤类的区系成分

本山脉现已知蚤类 47 种，过去已划区系成分（柳支英等 1985）的 28 种中，东洋界成分 17 种（62.90%），古北界成分 1 种（3.70%），广布种 9 种（33.33%），未划区系成分的有 19 种，都是近年发现的新种。上述蚤类中，横断山特有成分约占 70%（32 种），其中大部分为高山特有种，现根据我们的调查和研究情况初步做了区系划分，结果见表 1 和讨论部分。

3 讨论

高黎贡山的蚤类，迄今已知由 5 科 23 属 47 种（亚种）组成，种类数约占本亚区（中国蚤目志 1986）的一半，为云南省蚤类的 2/5，较毗邻地区同属横断山系的白芒雪山、察里雪山（共 33 种）（柳支英等 1986）和老君山（22 种）（杨光荣等 1990）丰富得多，比我国中部地处古北与东洋两大区系交界线中段的秦岭的蚤类（张金桐等 1989）还多 10 种。其中半数以上是近年发现的新种。横断山特有成分（约达 70%）尤

其是高山特有成分丰富，为该山系蚤类区系的突出特征。在高山特有蚤种中，地域上的狭布性为又一特征，如栉眼蚤属的无突栉眼蚤和泸水栉眼蚤。前者仅见分布于高黎贡山北段（贡山），后者见于该山系南段（泸水以南），虽然二者的分布区在海拔高度上相差不大，在地理上相距也很近。

综合高黎贡山东、西坡蚤类垂直分布的情况分析，低山地带（2500m）以下地区主要以东洋成分和跨区分布的广布种组成，代表性的种类有偏远古蚤、无值大锥蚤、缓慢细蚤（广布种）和特新蚤、喜山二棘蚤中华亚种、近端远棒蚤等。此地带蚤类相对较少，主要原因是当地海拔2000m左右以山坡耕地为主，大部森林被毁，代之为蕨坡地，以致宿主及其寄生蚤的种类较少；中山森林地带（2600～3200m）林相完整，并以针阔混交林为主，人为干扰因素较少，气候适中，这里是两区系动植物成分交叉重叠地带，蚤类的组成特点是南北区系混杂，蚤种中特有种极为丰富；在高山地带（3300～4000m），由于海拔偏高，动植物构成较简单，蚤类区系成分以古北界的高山特有种为主（如茸足蚤属、盖蚤属），蚤类的组成比较简单。笔者认为，高黎贡山中山地带2600～3200m的区域似应为南北两界的过渡地带，典型的东洋成分指示种，如偏远古蚤、强蚤和无值大锥蚤等的最高分布上线，约达2800m的地带，而典型的古北成分指示种，如茸足蚤和倍蚤等的最低分布下线只抵于此（西坡约3000m）。因此认为，在高黎贡山中山温凉性针阔混交林内海拔2800m左右是蚤类古北界、东洋界两大区系的分界线。以此为界，分布于此线以上的种类主要为古北界成分，反之为东洋界成分。

依上述推论和根据高黎贡山31种（未包括大叶新蚤）横断山特有种的垂直分布情况分析，初步认为二刺大锥蚤贡山1种、保山大锥蚤、贡山罗氏蚤、怒江罗氏蚤、方突斯氏蚤、特新蚤裂亚种、吴氏狭臀蚤、陆氏强蚤和支英古蚤9种属东洋区系成分较大；而狭凹茸足蚤、指形茸足蚤、方形茸足蚤、迪庆额蚤、二毫新蚤、缌状新蚤、柳氏狭臀蚤、李氏狭臀蚤、台湾多毛蚤云南亚种、自氏多毛蚤、圆凹多毛蚤、刘氏叉蚤、纪氏叉蚤、杆形柳氏蚤、无突栉眼蚤、泸水栉眼蚤、喙突栉眼蚤、宽倍蚤、雷氏纤蚤、中突古蚤、多棘古蚤和宽指古蚤22种属古北区系的成分较大。从上述观点和参考有关资料，我们认为高黎贡山蚤类区系分布的情况是，广布种有9种（19.56%）；东洋界的种类有14种（30.43%）；古北界的种类有23种（50%），见表1。该结果与柳支英等（1986）对云南白芒雪山和察里雪山的33种蚤类调查资料进行的区系分布的结果基本相似。

致谢　参加该项工作的还有：段兴德、解束、田杰、王素霞、尹家传、赵军、高德华同志；工作中受到贡山县和泸水县防疫站的支持和帮助，谨此一并致谢。

主要参考文献

丁岩钦．1980．昆虫种群数学生态学原理与应用．北京：科学出版社

李贵真．1979．云南省贡山县蚤类调查简志（上）．昆虫分类学报，1(2)：91～101

李贵真．1980．云南省贡山县蚤类调查简志（下）．昆虫分类学报，2(3)：177～184

柳支英，吴厚永．1979．关于我国蚤类区系分布和系统发育的初步探讨．动物分类学报，4(2)：99～112

柳支英．1986．中国动物志，昆虫纲，蚤目．北京：科学出版社．1～109，1239～1251

吴德林 1980．碧罗雪山鼠形啮齿类的垂直分布．动物学研究，1(2)：221～231

杨光荣，陶开会．1990．云南老君山蚤类的垂直分布．中国媒介生物学及控制杂志，1(3)：142～145

张金桐，柳支英，吴厚永. 1999. 中国蚤类区系中古北界和东洋界中段划界的进一步研究. 动物分类学报，14(4)：486～495
赵志模，郭依泉. 1990. 群落生态学原理与方法. 重庆：科学技术文献出版社重庆分社

Ecological and Fauna of Fleas on Mt. Gaoligong of Yunnan

GONG Zheng-da　XIE Bao-qi　LIN Jia-bing
(Institute of Epidemiology of Yunnan Province, Dali 671000)

Abstract During the years 1985 to 1991, we made investigations on the fauna and ecology of fleas on Mt. Gaoligong. A total of 47 species which belong to 23 genera of 5 families were obtained.

According to the vegetation and elevation altitude above sea level, the Mt. Gaoligong was divided into 5 (in eastern slope) and 4 (in western slope) vertical zones. Among these zones, the highest number and diversity indexes of species of the fleas were in III zones (Cool-temperate coniferous and broadleaf mixed forest, 2500～3000m in eastern slope and 2950～3100m in western slope), and the lowest in IV and V zones (alpine bush, that is 3100～3600m in western slope, and 3500～4000m in eastern slope). On the other hand, the fleas fauna of Mt. Gaoligong shows a high degree of endemicity (32 endemic species account to 70% of total species discovered).

Based on the distribution of the main Palaearctic and Oriental and endemic alpine species, could be considered the typical species of Oriental region as main distribution below the altitude of 2800m (in eastern slope) and 3000m (in western slope), the opposites be-long to Palaearctic; the zone in about 2800m (Cool-temperate coniferous and broadleaf mixed forest) was the division line between the two regions of Mt. Gaoligong.

Key words Fleas, Ecology and fauna, Mt. Gaoligong, Yunnan

高黎贡山多毛蚤属一新种*
（蚤目：多毛蚤科）

龚　正　达

（云南流行病研究所，下关 671000）

在鉴定 1987 年底从滇西高黎贡山南段西坡采获的一批多毛蚤（*Hystrichopsylla*）中，发现其中自克钦绒鼠（*Eothenomys cachinus*）巢的两只雌性标本为一新种。新种蚤以自登云主任的姓氏命名，以此对他近年给予我们工作上的支持和帮助表示敬意。

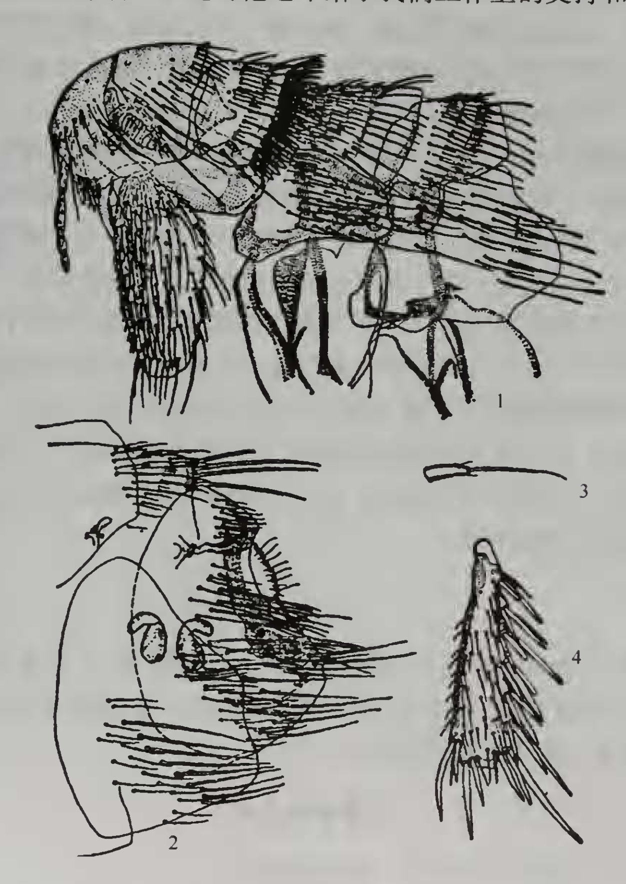


图1～4　自氏多毛蚤 *Hystrichopsylla*(*H.*)*zii* sp. nov.

1:♀头胸部;2:变形节;3:肛锥;4:后足胫节

* 本文 1992 年发表于《昆虫学报》，35(2)：241～243。

自氏多毛蚤 *Hystrichopsylla*（*Hystroceras*）*zii* 新种

鉴别特征

本新种的颊栉较少（4～6 根）和前胸栉较多（40 余根）与颊板多毛蚤 *H.*（*H.*）*stenosterna*（Liu，Wu *et* Chang 1974）的形态较接近，但可根据下列特征区分：①体型较大（长 7.3mm）；②后足胫节外侧鬃较多（约 40 根）；③第 1 到 7 背板仅具 3 列鬃；④臀前鬃为 4 根长鬃；⑤第 7 腹板鬃数较少和腹板的后缘宽以及在中部具凹陷；⑥第 8 背板气门较大，呈帚状。

种的形态（图 1～4）

头部 颊栉 4～6 根，其排列约与身体平行。额鬃列 7～8 根，前位鬃位于唇基之上；眼鬃列 3 根鬃，但在触角窝前还有一根粗鬃；后头鬃列 3 列，依次为 3～4，5～8、12～13 根鬃。触角梗节最长鬃约达鞭节 4。下唇须末端长近前足基节 2/3 处，端节较长，其长度近 2～4 节的长度之和。

胸部 前胸栉刺数为 41（正模）和 43（副模）个刺，背栉长约为该节背板长度的 1/2；背板上具鬃两列，但前列的下位鬃仅达背板宽度的 1/2。中胸背板共具假鬃 3 根。后胸后侧片鬃 3 列，计约 17 根。后足胫节外侧约有鬃 40 根，呈不规则的 4 或 5 列；第 2 跗节长端鬃约达第 3 节之半；第 5 跗节亚端蹠鬃数：各足均为两对。

腹部 第 1～7 背板具鬃 3 列；2～7 背板主列鬃各有两根在气门下方。第 2～4 背板端小刺数依次为 9～12，4，4(3) 根。臂前鬃由 4 根约等长的长鬃组成。

变形节 第 7 腹板后缘较宽，近中部具一凹陷，形成约等大的背、腹叶；腹板上具长鬃约 9 根和短鬃 15 根。第 8 背板后背缘钝回，背板上具长鬃约 13 根和许多短鬃。第 8 气门较宽，呈帚形。肛锥长约为宽的 3 倍，长端鬃约为肛锥长的 2 倍。受精囊头部明显宽于尾部，其长约与尾部相等。

标本记录

正模♀，体长 7.3mm；副模♀（腹部破损），于 1987 年 12 月初采自云南泸水县高黎贡山西坡（约东经 98°68′，北纬 26°01′；海拔 3100m）针阔混交林带石坡地的克钦绒鼠窝巢。标本保存于云南流行病研究所。

主要参考文献

解宝琦，龚正达．1979．大多毛蚤一新亚种记述．昆虫分类学报，1(2)：103～106

张金桐，吴厚永，柳支英．1984．秦岭山区蚤类的研究（一）；多毛蚤科三新种和新亚种的记述．动物分类学报，(3)：301～309

Hopkins G H E，Rothschild M. 1962. An illustrated catalogue of the Rothschild Collection of fleas (Siphonaptera) in the British Museum. Vol. III，43～79

Jameson，Hsieh. 1967. Notes on the flea genus *Hystrichoptylla* (Siphonaptera) from Japan and Tai-wan. J Med Eat，4(2)：81～82

A New Species of *Hystrichopsylla* from Mt. Gaoligong, Yunnan Province (Siphonaptera: Hystrichopsyllidae)

GONG Zhang-da

(Research Institute of Epidemic Diseases of Yunnan Province, Xiaguan 671000)

Hystrichopsylla (*Hystroceras*) *zii* sp. nov.

Only female is known.

This new species is allied to *H.* (*H.*) *stenosterna* Liu, Wu *et* Chang 1974 but differs in the following diagnostic characters: ① larger (7.30mm long); ② the lateral bristles of hind tibia more numerous, about 40 bristles; ③ with 4 longer antepygidial bristles on each side; ④ bristles I-VII T only with 3 row; ⑤ st. VII with less numerous bristles than in *stenosterna*, its apical margin broadly, with a concavity; ⑥ spiracle of t. VIII exceptionally large, broom-form.

Holotype ♀, paratype ♀, ex nest of *Eothenomys cachinus*, collected from Mt. Gaoligong (98°68′ E. Long., 26°01 N. Lat., elevation 3100m), Lushui County, Yunnan Province in December, 1987. Body lenght: 7.3mm. The type specimens are kept in the Research Institute of Epidemic Diseases of Yunnan Province.

云南高黎贡山茸足蚤属一新种*
(蚤目：细蚤科)

龚 正 达

（云南流行病研究所 671000）

摘 要 本文报道了1987年底从滇西边陲高黎贡山中段西坡（约东经98°68′，北纬26°01′，海拔3100m）的灰颈鼠兔贡山亚种 *Ochotona foerrsti osgoodi* 体采获的一新种（仅1♂），方形茸足蚤（*Geusibia quadrata*）。它近于微突茸足蚤（*G. minutiprominula* Zhang et Liu，1984）及其宁陕亚种（*G. m. ningshanensis* Zhsag et Liu，1984）、指形茸足蚤（*G. digitiforma* Gong et Lin，1990）和结实茸足蚤（*G. torosa* Jordan，1932），但该新种基节臼鬃位置较低、抱器后腹突较短小、可动突后腹角显著地凸出和无窦、第9腹板后臂基部的腹膨宽大近似方形和阳茎钩突的端腹角较发达等综合特征可与其他近缘种区分。

关键词 蚤目，细蚤科，茸足蚤属，新种

近期，在检视1987年底从高黎贡山南段西坡采获的蚤类标本中发现茸足蚤属 Genus *Geusibia*（Jordan 1932）一新种。它是在该山脉所知分布的第3种茸足蚤，记述如下：

方形茸足蚤，新种 *Geusibia quadrata* sp. nov.

鉴别特征

本新种（仅发现♂性）近于微突茸足蚤（*G. minutiprominula*）（Zhang and Liu 1984）及其宁陕亚种 *G. m. ningshanensis*（Zhang and Liu 1984）、指形茸足蚤（*G. digitiforma*）（Gong and Lin 1990）和结实茸足蚤（*G. torosa*）（Jordan 1932），但据下列特征可与后三者区别：①基节臼鬃的着生位置明显低于可动突后缘长鬃；②抱器后腹突较短而小；③可动突的后腹角显著凸出，无窦；④第9腹板后臂基部的腹膨宽大，约呈方形（新种据此命名）；⑤阳茎钩突的端腹角较微突茸足蚤和指形茸足蚤发达，而较结实茸足蚤宽短。此外，第八腹板中部无倒"Y"字形骨化内杆也不同于微突茸足蚤；而第9背板前内突较短（仅约为柄突的1/2长）和不动突亚端后缘具一明显的齿突也与指形茸足蚤不同；不动突较窄长与结实茸足蚤明显不同。

种的记述

头 额突发达，位于额缘中点稍下处。额鬃一列6根。眼鬃3根，但在触角窝之前

* 本文1992年发表于《动物分类学报》，17(3)：363～365。

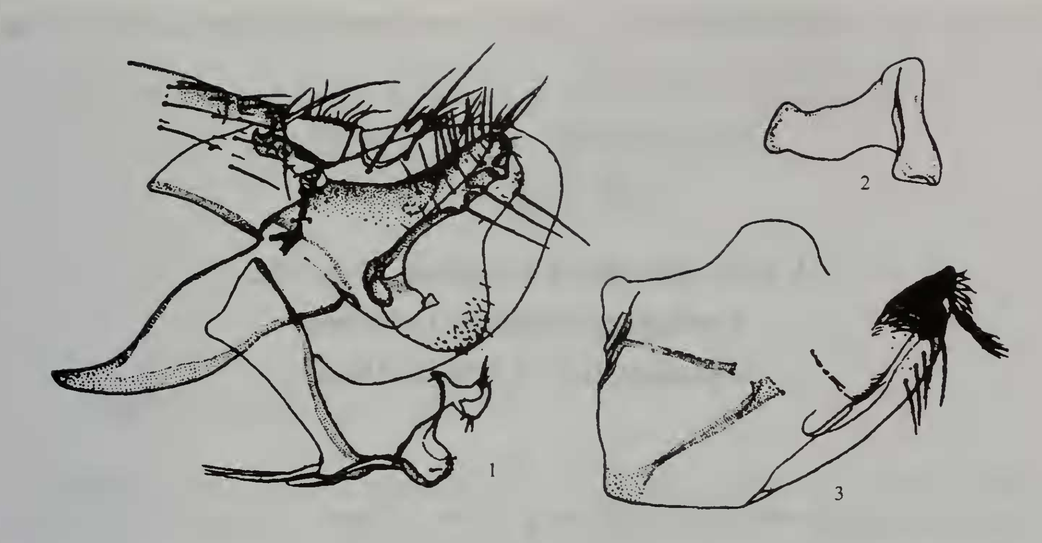


图1～3　方形茸足蚤，新种 *Geusibia quadrata* sp. nov.
1：♂变形节；2：阳茎钩突；3：♂第8腹板

眼鬃列与额鬃列之间还有一根大鬃。眼椭圆，腹方有小的明区。下唇须长约达前足基节的 4/5。后头鬃 3 列：2～3，5，8 根；触角窝后区具小鬃约 30 根。

胸部　前胸栉两侧共 22 根栉刺，背刺短于其前方背板的长度。前胸背板具鬃一列 6 根。中胸背板颈片内侧假鬃两侧共 4 根。后胸背板端小刺共两根。后胸后侧片鬃 3 列：3、3、1 根，前足基节外面鬃约 55 根。后足胫节外侧具鬃一列 15 根，但在亚前缘还有鬃 11 根。后足第 2 跗节长约等于 3、4 跗节之和，其最长鬃可达第 4 跗节之半。

腹部　第 1～7 背板具完整的两列鬃；2～7背板主鬃列的下位鬃与该节气门平行。第 1～4 背板后缘端小刺：2、2、2、2 根。

变形节　第 8 背板卵形，其背侧具长鬃 7 根和短鬃 3 根，在端背缘另具短鬃约 5 根。第 8 腹板前半部倒形“V”形骨化内杆明显；腹缘的后段和近端部有细纹区，近端部内侧具蘑菇样小刺 5 根，端部偏化刺约 14 根。不动突略高于可动突，较窄，长约为基宽的 3 倍，末端钝圆；近前缘内侧具不规则的一列鬃计 11 根，另有两根较短的刺鬃，后缘亚端部具一明显的齿状突。抱器后腹突具小鬃 2 根。可动突前端角前倾，呈一锐角；后端角钝圆；后腹角很凸而圆，近后缘的腹面具 6 根稍长、约 30 根较短的小鬃。第 9 腹板后臂端缘具 1 根较大和 3 根较短的刺鬃。其余形态见图。

标本记录

正模♂，于 1987 年 12 月初采自云南泸水县高黎贡山南段西坡（约东经 98°68′，北纬 26°01′；海拔 3100m）杜鹃、箭竹林带岩裸地的灰颈鼠兔贡山亚种 *Ochotona foerrsti osgoodi*。

主要参考文献

龚正达，林家冰．1990．高黎贡山茸足蚤属一新种．动物分类学报，18(1)：111～114
柳支英等．1986．中国动物志，昆虫纲，蚤目．北京：科学出版社．754～776

张金桐，柳支英．1984．秦岭山区蚤类的研究（二）茸足蚤属新种和新亚种的记述及对该属系统发育的探讨．动物分类学报，9(4)：402～409
Smit F G A M. 1975. Siphonaptera collected by Dr. J. Martens in Nepal. Senckenbergiana Biol, 55: 357～398

A New Species of Geusibia from Mt. Gaoligong, Yunnan Province (Siphonaptera: Leptopsyllidae)

GONG Zheng-da
(Research Institute of Epidemic Diseases of Yunnan 671000)

***Geusibia quadrata*, sp. nov.**

This new species (only male is known) is related to *G. minutiprominula* (Zhang and Liu 1984) [including *G. m. ningshanensis* (Zhang and Liu 1984)]; *G. digitiforma* (Gong and Lin 1990) and *G. torosa* (Jordan 1932) but differs from the latter three species by the following characters: ①the acetabular bristle placed distinctly below the level of the long bristle of` movable process; ② the postero-ventral projection of clasper shorter and small; ③ the postero-ventral angle of movable process conspicuous by convex arid without sinus; ④ the ventral dilation of distal arm of st. IX broader, square (hence the new flea is named); ⑤the ventral-apical angle of crochet is developed and broader than that of *minutiprominula* (including *G. m. ningshanensis*) and digitiforma. In addition, it differs from *minutiprominula minutiprominula* (including *G. m. ningshanensis*) by the st. VIII without a Y-shaped internal scterotic strut borne in the ctentral portion; it differs from *digitiforma* by the much shorter apodeme of t. IX (only about 1/2 as long as manubrium), and fixed process with a conspicuous tooth-like projection on the postero-margin of subapical part; it differs from *torosa* by the much long and narrow fixed process of clasper.

Holotype ♂, ex *Ochotona foerrsti osgoodi*, collected from Mt. Gaoligong in (96° 68′E. Long., 26°01′ N. Lat.; elevation 3100m), Lushui County, Yunnan Province in December, 1987. Body lenght: 3.4mm. The type specimen is kept in the Research Institute of Epidemic Diseases of Yunnan Province.

Key words Siphonaptera, Leptopsyllidae, *Geusibia*, New species

我国罗利蚤属一新种的记述*
(蚤目：角叶蚤科)

龚正达　段兴德

(云南省流行病研究所)

关键词　贡山罗利蚤，新种，贡山，云南

罗利蚤过去仅知一种，即根据尼泊尔标本记述的树栖罗利蚤（*Rowleyella arborea* Lewis　1971）。以后，1985 年 10 月云南省流行病研究所从滇西北高黎贡山中段采获并记述了另一个种 *R.　nujiangensis*，Lin et Xie，sp.　nov.。

1987 年 11 月笔者又从高黎贡山北段东坡的珀氏长吻松鼠体上采获一批该属的标本，其形态与上述两种均有明显区别，经研究认为后者系一新种，现记述如下。

鉴别特征

本新种与树栖罗利蚤（*R.　arborea*）和怒江罗利蚤（*R.　nujiangensis*）近缘，但其♂可动突较窄，后缘和亚后缘的刺鬃为 4 根较长和 2 根较短，第 9 腹板后臂凹陷宽，后段宽大，前缘具一根亚刺鬃和后缘具 5～7 根细长鬃；阳茎钩突端部钝圆。♀肛锥较窄长等，都与后两者明显不同。此外，♀第 7 腹板后缘背叶较明显和受精囊头部背缘较平直与怒江罗利蚤不同；第 8 背板前腹角具深凹又与树栖罗利蚤不同。

种的形态

头部　额突明显，♂位于额缘下 2/5，♀约 1/3 处。眼椭圆，色深。眼鬃一列，3 根长鬃。额鬃一列，3～4 根，另在触角窝前还有 1～2 根小鬃。触角第二节最长鬃，♂达次端棒节，♀超过末端棒节。后头部，除完整的一列缘鬃外其前方还有 2～3 根大鬃。下唇须 5 节，长达到或超过前足基节末端，部分标本可达转节之半。

胸部　前胸栉刺两侧共计♂均为 18 根，♀18(6) 少数 16(1) 根；背栉略长于前方背板的宽度。中胸背板具完整的两列鬃，其颈片内侧共具假鬃♂5～8，♀6～8 根。后胸背板具完整的两列鬃，每侧具端小刺 1 根。后胸后侧片共有鬃 4～7 根。前足基节外侧鬃近 30 根。中足基节内侧无鬃。后足基节内侧近下前缘有 2～3 根鬃。后足胫节外侧具不规则的两列鬃，计 12～17 根，在亚前缘还有鬃 2～7 根；后缘有 6 个切刻。第 2 跗节最长鬃长达第 3 跗节 0.8～0.9mm 处。各足第 5 跗节都有 5 对侧蹠鬃，第 1 对和第 3 对微移向腹面。

腹部　第 1～4 背板通常具完整的两列鬃，5～7 背板主鬃列前的小鬃列通常不完

* 本文 1989 年发表于《地方病通报》，4(4)：30～32。

整。第1～4背板每侧各有端小刺 1 根。♂的 2～4 背板主鬃列中通常有 1 根鬃在气门下，♀2～6 或 7 各有 1 根鬃在气门下。两性的第 2 腹板具鬃 1 根，♂3～7 腹板各具鬃 2 根；♀3～6腹板具鬃 2 或 3 根。

变形节 ♂（图 1）第 8 背板宽阔，后缘钝圆，背缘、亚背缘以及侧部具长鬃 7～9 根，短鬃 5～7 根，合计约 15 根。前背区有小棘区。第 8 腹板具亚端鬃 1 根，具背膜质叶和端膜质叶。抱器体腹缘圆凸，后缘平直或微凹，不动突隆起呈峰状。可动突高于不动突，呈长方形，后腹角较突出，腹缘微凹。在可动突后缘和亚后缘的 3 对刺鬃中，近中部和后腹角的两对中各有 1 根较短小，其余都较长。第 9 腹板后臂（图 3）被一很宽的深凹分为基段和后段，后段宽约为基段的 2 倍，其前缘中部具 1 根亚刺鬃，后下缘具 5～7 根细长鬃。肛节（图 2）背板的长度明显大于高度，腹板窄长，背缘略呈弧形，无明显突起，缘鬃发达。阳茎钩突（图 4）宽大呈蚌状，末端钝圆，无明显的端背齿突。阳茎内突的端附器较短。♀（图 5～图 6），第 7 腹板背缘高于第 7 背板气门，后缘具凹陷，后腹突通常较圆，具侧鬃一列，3～4 根。第 8 背板前腹角具深凹，后缘具浅凹，背部具 1 根长鬃或另有 1 根短鬃，后部具鬃约 9 根，内侧具亚刺鬃 4 根。臀板后缘至肛锥的距离约等于臀板宽的 1.2 倍。肛锥窄长，长平均为基宽的 3.2 倍（2.7～3.7），具 1 根长端鬃和 1 根腹缘鬃，背鬃很小。第 8 腹板末端钝圆，具 2 根小端鬃。受精囊尾部末端有乳突，头部的背缘较平直，交配囊长于受精囊。



图1～6 贡山罗利蚤，新种 *R. gongsangensis* sp. nov.

1:♂变形节；2:肛节；3:第9腹板端臂；4:阳茎端；5:♀变形节；6:第7腹板后缘变异

标本记录

正模♂，配模♀，副模 6♂♂，6 ♀♀均自一只珀氏长吻松鼠滇西亚种 *D. pernyi howelli*，于 1987 年 11 月 14 日采于云南贡山县高黎贡山东坡（东经 98°50′，北纬27°69′，海拔 2300m）。体长♂2.1mm，♀2.3～2.6mm。标本保存于云南流行病研究所。

主要参考文献

柳支英等. 1986. 中国蚤目志. 北京：科学出版社. 989～1226

Lewis R E. 1971. *Rowleyella arborea*, a new genus or Squirrel flea from Nepal (Siphonaptera: *Ceratophyllidae*). J parastol, 57(6): 1349～1353

A New Species of the Genus Romleyella from Yunnan, China (Siphonaptera: *Ceratophyllidae*)

GONG Zhen-da　DUAN Xing-de

(Institute of Epidemic Diseases of Yunnan Province)

***Rowleyella gongshanensis* sp. nov.**

This new species is allied to *R. arborea* (Lewis 1971) and *R. nujiangensis* sp. nov. but differs by the following diagnostic characters: in male, ①the movable process narrower than that of the alliced species; the spiniform setae on the post- and subposterior margin 4 longer and 2 shorter; ②the distal arm of st. IX divided into broadly apical and narrow basal portion by a broad, open sinus; the apical portion with a subspiniform on the anterior margin, and the 5～7 slender long bristle on the postmargin; ③the apical portion of crochet blunt. In female, ④the stylet narrow, longer; ⑤the upper lobe of apical margin of sternite VII convex; the dorsal margin of bulaga of spermatheca flatten instead arched also differ from that in *R. nujiangensis*; ⑥the pre - ventral angle of terguin VIII with a broad sinus not as that in *R. arborea*.

Holotype ♂, allotype ♀, paratypes 6♂♂, 6♀♀ ex *D. pernyi howelli*, collected from Mt. Gaoligong (98°50′ E. Long., 27°69′ N. Lat., elevation 2300m.) Gongshan County, Yunnan Province in November, 1987. Body lenght: ♂ 2.1mm; ♀ 2.3～2.6mm. All type specimens are kept in the Research Institute of Epidemic Diseases of Yunnan Province.

Key words　*Rowleyella gongshanensis*, New species, Gongshan, Yunnan

高黎贡山强蚤属一新种*
(蚤目：细蚤科)

龚正达　雷亚民

（云南省流行病研究所）

关键词　蚤，新种，陆氏强蚤，高黎贡山，云南

近年，在滇西高黎贡山中段西坡的蚤类调查中采获强蚤属纤细蚤亚属（*Cratynius-subgenus Angustus*. Li，Hsieh et Liao　1980）一新种。新种以我国昆虫学家陆宝麟教授的姓氏命名，以此对他多年来给予我们工作上的帮助和鼓励表示敬意。

陆氏强蚤，新种 *Cratynius*（*Angustus*）Lui sp.　nov.

鉴别特征

本新种与云南强蚤 *Cratynius*（*Angustus*）*Yunnanus* Li，Hsien et Liao 1980 近似，但古抱器体较窄长（长约为宽的 2 倍），长度大于柄突；可动突最宽处位于中部而非端部；第 9 腹板后臂的端部较基部窄，其长度约为基部一半，阳茎钩突的端部较宽，其后缘具 2 个明显的角突。♀受精囊头与尾部之间分界明显，头较圆且比尾部宽得多。

种的记述

头部　额亚缘鬃列 6 根，下位 4 根为刺形鬃，后头前两列鬃数为 3～5、4～5；下唇须约达前足基节的 3/5 左右；眼大，中间有淡色凹陷；♂后头沟发达，具稀疏的一列细鬃。

胸部　前胸栉刺较长而直，中胸背板假鬃数 5～6 根；后胸后侧片具鬃 3 列，计 6～8根。

足部　后足股节外面具鬃 3～4 根，内面通常具鬃一根；后足胫节后缘切刻数♀和♂都是 5 个；后足胫节外面具不规则的鬃 2 列，计 15～21 根。

腹部　各背板具 2 列鬃（♀）或5～7背板的前列鬃缺如（♂）。第 1～5 背板端小刺数♂4～5、2～4、2、1～2、0～2；♀4、2～4 2、0～1、0。各节气门小而圆，♂2～7、♀2～5 气门下方有一根鬃，臀前鬃♂，♀都是 3 根，♂的上下两根都短，♀的上位者最短，下位者次之。

变形节　♂第 8 背板短，有 3 根粗长鬃成一斜列；抱器（图 1）呈窄长的柄状形，后缘中点之上有一粗鬃；可动突近半圆形，后缘具鬃约 6 根，中间的 2 根或 3 根较粗

---

*本文 1998 年发表于《地方病通报》，3(4)：78～81。

长。第 9 腹板（图 1 和图 3）前臂窄长，后臂腹膨分界处有长鬃 2 根，短鬃 1～2 根，后段呈指形，端部不显著扩大。阳茎（图 4）端附器长，阳茎杆较发达。♀第 7 腹板形状如图 6 和图 7，主鬃列具大鬃 3 根，其前侧鬃列分布较高，计鬃数 8～10 根；第 8 腹板末端钝，具小鬃4～5根。肛锥长为宽的 2.8 倍，具长端鬃一根，侧鬃 2 根。受精囊和交配囊管见图 6 和图 7。

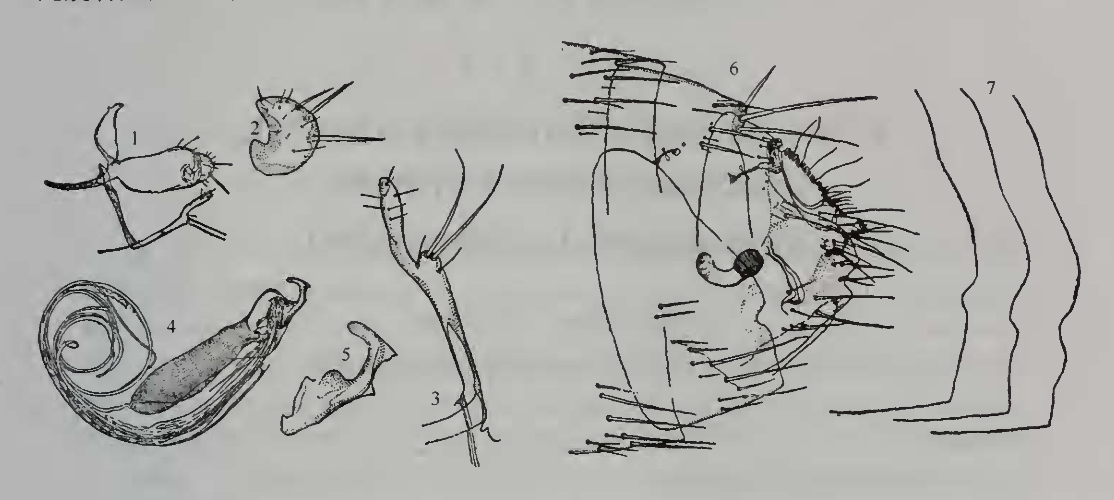


图1～7 陆氏强蚤、新种 *Cratynius*(A.)Lui sp. nov.

1:♂变形节(正模);2:可动突(副模);3:第9腹板端臂(副模);4:阳茎(正模);5:阳茎钩突(副模);6:♀变形节;7:第7腹板变异

标本记录

正模♂，配模♀，副模 3♂♂，2♀♀，体长：♂2.1～2.6mm，♀2.95～3.2mm。分别于 1987 年 11～12 月和 1988 年 5 月两次采自云南泸水县高黎贡山西坡（东经 98°68′，北纬 26°01′。海拔 2800～2950m）的中华新猬片马亚种 *Neotetracus sinensis cuttingi*。标本保存于云南省流行病研究所。

讨论

强蚤属下分两个亚属，即指名亚属和纤细蚤亚属。前者既往仅见于东洋界的印度-马来亚界，已知 3 种报告自北婆罗洲和爪哇，是小毛猬（*Hylomys suillus* Muller），1983 的特有蚤。后者系李贵真等根据云南强蚤模式种记述的，产于云南西部的梁河县，宿主当时仅见于小毛猬缅甸亚种 *Hylomys suillus peguensis*（Blgth 1859），因而认为强蚤为小毛猬的专有蚤。近年，我们在滇西山地的云龙（志奔山 1983）、永平（宝台山 1984）、景东（哀牢山 1986）和泸水（高黎贡山 1987 和 1988）的调查结果表明，采获的强蚤（纤细蚤亚属）标本均自中华新猬（*Neotetracus sinensis*）及其亚种，而自小毛猬体采获的仅在梁河的一次（廖涎溶 1965）。由此看出，纤细蚤亚属的种类的真正宿主（或主要宿主）是中华新猬。中华新猬的分布较广．在云南现已知其最北分布限达高黎贡山北段（北纬 27°69′，海拔 2400m 的秃杉，常绿阔叶林带）。新种强蚤就采自该山的中段。因此，强蚤的分布北限有可能随其宿主的分布至上述或更北的地区。

主要参考文献

李贵真. 1980. 我国小毛猬的寄生蚤. 贵阳医学院学报，5(2)：128～129

李贵真等. 1980. 强蚤属一新种记述及一新亚属的建立（蚤目：细蚤科）. 昆虫分类学报，2(1)：41～45

柳支英等. 1986. 中国动物志，昆虫纲. 蚤目. 北京：科学出版社. 708～712

A New Species of Cratynius from Mt. Gaoligong, Yunnan Province (Siphonaptea: Leptopsyllidae)

GONG Zheng-da LEI Ya-min

(Institute of Epidemic Diseases of Yunnan Province)

Abstract

Cratynius(*Angustus*)Liu sp. nov.

This new species is allied to *Cratynius*(*Angustus*)*Yunnanus* Li, Hsieh et Liao 1980 but differs in the following diagnostic characters: ①the clasper narrower (about 2 time as long as wide), and longer than manubrium; ②the movable process being widest at the middle; ③the apex pontion of the distal arm of st. IX narrower, shouter and about half length of basal portion; ④the apical portion of the crochet aedeagus broader than in the allied species, and its posterior margin with 2 conspicuous external angle; in female; ⑤ the spermatheca with sharp demarcation between bulga and hilla, the bulga rounded and wider than the hilla.

Holotype ♂, allotype ♀, paratypes 3♂♂, 2♀♀, ex *Neotetracus sinensis cuttingi*, collected from Mt. Gaoligong(98°68′E. long., 26°01′N. Lat., elevation 2800～2950m.), Lushui County, Yunnan Province in November, 1987 and May, 1988. Body lenght: ♂ 2.1～2.6mm.; ♀ 2.95～3.2mm. All type specimens are kept in Institute of Epidemic Diseases of Yunnan Province.

Key words Flea, New species, *Cratynius*, Mt. Gaoligong, Yunnan

云南泸水高黎贡山森林脑炎疫源地宿主动物的垂直分布及群落结构*

龚正达　段兴德　自登云　黄文丽
雷亚民　侯宗柳　李兆祥　李　武
（云南省流行病防治研究所，云南 大理 671000）

摘　要　1985～1991 年期间，我们多次对云南泸水高黎贡山森林脑炎疫源地宿主动物进行了调查，共捕获小型兽类 750 只，它们隶属 4 目 9 科 15 属 24 种。其中，优势种为中华姬鼠（*A. draca*）（24.03%）、克钦绒鼠（*E. cachinus*）（23.05%）和社鼠（*N. conifucianus*）（19.16%）。根据垂直调查的结果看出，小兽的密度、物种多样性和均匀度都以森林植被条件较好的中山森林地带的湿性常绿阔叶林和温凉性针阔叶混交林带为高。经分析认为中华姬鼠、克钦绒鼠和社鼠在我省西部山地作为森林脑炎宿主动物具有较大的流行病学意义。

关键词　森林脑炎疫源地，宿主动物，垂直分布，群落结构，高黎贡山，云南
中图分类号　R512.34；R373.3；Q959.837
文献标识码：A

野生动物，尤其是小型动物是森林脑炎病毒和媒介蜱类的主要宿主。1988 年夏季，云南省流行病防治研究所先后证实了泸水县高黎贡山东坡（姚家坪林场）中山森林地带家畜（山羊）和小型兽类血清中近半数有森林脑炎病毒抗体，并从中华姬鼠等 8 种小型兽类和蜱类分离到病毒，认为当地存在着森林脑炎疫源地。有关小型兽类（啮齿类、食虫类）和生态区系研究对森林脑炎疫源地的发现、疫源地范围和主要宿主动物及与蜱类关系的研究和防治具有重要意义，现将 1985～1991 年我们在现场调查小型兽类的结果介绍如下。

1　泸水县高黎贡山姚家坪林场森林脑炎疫源地小兽的组成情况

姚家坪林场位于泸水县高黎贡山中部东坡中山温凉性针阔混交林森林地带（海拔 2700～3200m）。森林植物以铁杉为主，混生有冷杉、华山松、垂枝香柏、红豆杉等。沿沟谷是壳豆科、木兰科、樟科、茶科、杜鹃花科等。林下以紫竹、杜鹃、马樱花、南烛为主；地表层为蕨类、苔藓，覆盖率为 40%，气候温凉、湿度较大；土壤为微酸性的山地棕色森林土及山地森林黄棕壤，部分为灰化棕壤，土层厚，肥力高，林木长势良好。

1985、1988 和 1991 年我们用夹日法并辅以枪击捕打对当地森林和坡地耕作地进行了小型兽类的调查工作。获小兽 442 只，隶属 9 科 15 属 20 种，其种类、数量构成见

* 本文 1989 年发表于《地方病通报》，16(3)：23～26。

表 1。

表 1　泸水县高黎贡山姚家坪林场森林脑炎疫源地小兽的组成

动物组成	数量/只	组成/%
1. 中华姬鼠 *Apodemus draca*	172	38.9
2. 社鼠 *Niviventer confxcianus*	41	9.28
3. 梵鼠 *N. brahma*	10	2.26
4. 灰腹鼠 *N. eha*	11	2.49
5. 白腹鼠 *N. excelsior*	10	2.26
6. 滇绒鼠 *Eothenomys eleusis*	37	8.37
7. 克钦绒鼠 *E. cachinus*	43	9.73
8. 大绒鼠 *E. miletus*	4	0.23
9. 橙腹松鼠 *Drcrnomys lokriah*	4	0.91
10. 珀氏长吻松鼠 *D. pernyi*	1	0.23
11. 斯氏花松鼠 *Tamiops swinhoei*	2	0.45
12. 麻背大鼯鼠 *Petaurista abiventor*	7	1.58
13. 印度长尾鼩鼱 *Soriculus macrurus*	13	2.94
14. 肥鼩鼱 *Blarinella guadraticauda*	3	0.68
15. 长尾鼩鼱 *Soriculus caudatus*	8	1.81
16. 四川短尾鼩 *Anowrosorex squamipesi*	7	1.58
17. 多齿鼩鼹 *Nasillus gracilis*	1	0.23
18. 白尾鼹 *Parascaptor leucurus*	1	0.23
19. 中华新猬 *Neotetracus sinensis*	39	8.82
20. 灰颈鼠兔 *Ochotona forresti*	28	6.33
合计	442	100

通过调查发现高黎贡山姚家坪林场森林脑炎疫源地有啮齿类 12 种、食虫类 7 种、兔形类 1 种。其中优势种是中华姬鼠（38.91%）；常见种有克钦绒鼠（9.73%）、社鼠（9.28%）、滇绒鼠（8.37%）和中华新猬（8.82%），其余种类数量相对较少。

2　泸水高黎贡山西坡小兽的组成情况

1987 年我们还对泸水县高黎贡山上述疫源地西坡的四个森林植被带采用夹线法做了小型兽类的垂直分布调查，所获全部资料应用 Shannon-Winner 指数分别计算各垂直带小兽种的多样性，公式为：

$$H'=-\sum_{i=1}^{s}P_i\ln P_i\ ;$$

调查范围：I. 亚热带针阔混交林带（海拔 1700～2450m）；II. 山地苔藓湿性常绿阔叶林带（海拔 2450～2950m）；III. 温凉性针阔混交林带（海拔 2950～3100m）；IV.

寒温灌丛带（海拔 3100～3500m）。

通过调查，在上述四个垂直带中，共捕获小兽 308 只，其中啮齿类 79.87%。占绝对优势，食虫类较常见，17.85%；兔形目较少，只占 2.27%。经统计发现小兽的种类分布以 II 带最多，计 14 种；I 和 III 带次之，分别为 10 和 11 种，IV 带最少，仅 6 种。从表 2 和表 3 还可以看出泸水高黎贡山西小兽的密度、种的多样性及均匀度都以中山地带森林植被较完整和建群复杂的 II 和 III 带原始林为高，面森林被破坏较严重的 I 带和海拔较高，植物建群较简单的 IV 带都相应较低。在 I 带，社鼠是优势种（52.78%），中华姬鼠为常见种（19.44%），其他种较少；在 II 带中华姬鼠为优势种（38.61%），社鼠为常见种（17.82%），其他种数量较少；在 III 带，克钦绒鼠为优势种（38.54%），中华姬鼠（17.71%）和白腹鼠（12.5%）为常见种，其他种较少；在 IV 带克钦绒鼠占绝对优势（71.79%），中华姬鼠和灰腹鼠（均为 10.26%）为常见种，其他种较少。

表 2 泸水县高黎贡山西坡小兽的群落结构和垂直分布情况

垂直带	IV	III	II	I	总数
投夹数	298	483	509	542	1832
捕获总数	39	96	101	72	308
总捕获率	13.09	19.88	19.84	13.28	16.81
啮齿类 Rodents	37	74	76	59	246（79.87%）
食虫类 Insectivora	2	16	24	13	55（17.85%）
兔形类 Rabbits	—	2	1	—	—
克钦绒鼠 *E. cachinus*	28	37	6	—	71
黑腹绒鼠 *E. melanogaster*	—	—	2	—	2
中华姬鼠 *Apodemus draca*	4	17	39	14	74
白腹鼠 *N. excelsior*	1	12	4	—	17
灰腹鼠 *N. eha*	4	4	—	—	8
梵鼠 *N. brahma*	—	1	2	—	3
社鼠 *Niviventer canfucianus*	—	3	18	38	59
大足鼠 *R. ntidus*	—	—	5	5	10
锡金小鼠 *M. pahari*	—	—	—	2	2
多齿鼩鼹 *N. gracilis*	1	5	1	—	7
肥鼩鼱 *B. guadraticauda*	1	2	6	3	12
印度长尾鼩 *S. macrurus*	—	3	5	1	9
长尾鼩鼱 *S. caudatus*	—	—	1	4	5
中华新猬 *N. sinensis*	—	6	7	2	15
四川短尾鼩 *A. squamipesi*	—	—	4	2	6
贝氏树鼩 *T. belangeri*	—	—	—	1	1
灰颈鼠兔 *O. forresti*	—	6	1	—	7

表 3　各垂直带种的多样性和均匀度

垂直带	种数（S）	多样性（H'）	均匀度（J）
I	10	1.5516	0.6925
II	14	2.0409	0.7733
III	11	1.9119	0.7973
IV	6	0.9866	0.5507

3　小结

综上所述，通过对泸水高黎贡山西坡和姚家坪林场的多次调查，共捕获小兽 750 只，隶属 4 目 9 科 15 属 24 种。调查结果说明当地小兽类主要由啮齿类、食虫类和兔形类组成。小兽的密度、物种多样性以及均匀度都以中山森林地带，即西坡的山地苔藓湿性常绿阔叶林（2450～2950m）和温凉性针阔混交林（西坡 2950～3100m，东坡 2700～3200m）为高。垂直调查结果表明，当地山地森林小兽优势种是啮齿类的中华姬鼠（24.04％），克钦绒鼠（23.05％）和社鼠（19％～16％），它们不仅在数量上占优势且分布也较为广泛（跨 3～4 带）。1988 年的调查中证实当地中山针阔混交林带啮齿类的中华姬鼠、社鼠、滇绒鼠（含克钦绒鼠）、梵鼠、灰腹鼠、大足鼠和食虫类的中华新猬与森林脑炎病毒有关，据以往的有关区系资料表明，它们多数在我省的分布较为广泛，因此认为，在上述小兽中特别是中华姬鼠、滇绒鼠（含克钦绒鼠）和社鼠在云南省西部山地作为森林脑炎宿主动物具有较大的流行病学意义。

主要参考文献

龚正达，解宝琦．1989．高黎贡山小兽类调查．动物学杂志，24(1)：28～32

侯宗柳，黄文丽，自登云等．1992．首次从啮齿类和食虫类动物中分离到森林脑炎病毒．中国病毒学，7(4)：139～401

侯宗柳，黄文丽，自登云等．1992．云南蜱媒病毒的血清流行病学研究．中国媒介生物学及控制杂志，3(3)：173～176

杨光荣，张力群，龚正达等．1990．云南中华姬鼠的生态观察动物学杂志，1990，(250)：24～26

云南省卫生防疫站．1989．云南医学动物名录．昆明：云南科学技术出版社．179～213

The Vertical Distribution and Community Structure of Small Mammal Hosts of RSSE Nature Foci in Mt. Gaoligong, Yunnan

GONG Zheng-da　DUAN Xing-de　ZI Deng-yun　et al.

(Yunnan Provincial Institute of Epidemic Disease Control and Research, Dali, Yunnan 671000, China)

Abstract　The small mammal hosts for Russian spring-summer encephalitis (RSSE) had been investigated in the RSSE nature foci in the Mt. Gaoligong of Lushui

County in Yunnan Province from 1985 to 1991. The 750 specimens were trapped, belonging to 24 species, 15 genera, 9 families, 4 orders, which the dominant species were *A. draca*(24.03%). *E. cachinus*(23.05%) and *N. conifucianus* (19.16%). According to the results of the vertical investigation, the small mammal density, the diversity and evenness index were the higher of the wet evergreen broadleaf forest and the cool-temperater coniferous and broadleaf forest. It was considered that *A. draca*, *E. cachinus* and *N. conifucianus* as the hosts of RSSE play an important role in epidemiology.

Key words The RSSE nature foci, Small mammal host, Vertical distribution, Community structure, Mt. Gaoligong, Yunnan

高黎贡山及担当力卡山革螨区系调查*

郭宪国　钱体军

（大理医学院媒介及病原生物研究室，大理 671000）

摘　要　对云南西部独龙江两岸的高黎贡山及担当力卡山 1400～3500m 区域进行了革螨区系调查，从 487 只小兽体表采获革螨 1561 只，经分类鉴定隶属 5 科 12 属 31 种。本文详细列出了 31 种革螨的科、属、种名及宿主。

关键词　革螨，区系，高黎贡山，担当力卡山，云南

分类号　R384.4

高黎贡山及担当力卡山位于云南西部怒江以西，独龙江两岸，东经 98°15′～98°31′,北纬 27°15′～28°15′。以担当力卡山为界，中国与缅甸接壤。本文选择这两座山中海拔 1400～3500m 的区域，于 1996 年 9～10 月进行了革螨区系调查。该调查区居民甚少，仅在山脚（海拔 1400m）有一集中居民区，由于无公路交通，该地经济落后，周围环境原始，以灌木林及乔木林生境为主，山脚下间插少量旱地作物点，这与郭宪国等 1990～1993 年所调查的云南西部 12 个县（市）的农耕区生境有很大不同。

1　调查方法

生境分层按海拔 2500m 以下住区地带（实际调查点海拔 1400m）、2500m 以下灌木林地带（实际调查点海拔 1850～2200m）、2500m 以下乔木林地带（实际调查点海拔 2000～2400m）及 2500m 以上山地（实际调查点为海拔 3300～3500m 的野生竹林及灌木林区）四个层次进行。分别在每一层次内用鼠夹加食饵诱捕小型哺乳动物（小兽类）宿主，采集其体表革螨。少量树栖小兽辅以枪击。革螨采集、标本制作及分类鉴定按常规方法进行。

2　结果与讨论

2.1　各海拔生境层的主要革螨及小兽宿主

共捕获小兽宿主动物 487 只，经分类鉴定隶属兔形目（Logmorpha）、啮齿目（Rodentia）及食虫目（Insectivora）的 8 科 16 属 21 种。在 487 只小兽体表共检获革螨 1561 只，经分类鉴定隶属 5 科 12 属 31 种，海拔 2500m 以下在区室内采集革螨 2 种——毒厉螨（*Laelaps echidninus*）及纳氏厉螨（*Laelaps nuttalli*）（其中毒厉螨占 78.04%），大足鼠（*Rattus nitidus*）系唯一的宿主小兽。海拔 2500m 以下灌木林区，小兽宿主以锡金小鼠（*Mus pahari*）及灰麝鼩（*Crocidura attenuata*）为主（共占

---

* 本文 1998 年发表于《地方病通报》，13(3)：74～77。

68.63%)，革螨以贵州厉螨（*Laelaps guizhouensis*）为主，占76.15%。海拔2500m以下乔木林区，小兽宿主以中华姬鼠（*Apodemus draca*）、云南鼩鼱（*Sorex excelsus*）及黑腹绒鼠（*Eothenomys melanogaster*）为主（共占64.49%）；革螨以金氏厉螨（*Laelaps chini*）及福建厉螨（*Loelaps fukienensis*）为主（共占68.16%）。海拔2500m以上山地，小兽以滇绒鼠（*Eothenomys eleusis*）、灰腹鼠（*Niviventer eha*）、中华姬鼠及长吻鼩鼹（*Nasillus gracilis*）为主（共占84.16%），革螨以金氏厉螨、贡山血革螨为主，共占66.55%。

以上结果与郭宪国等1990～1993年在云南西部12个县（市）住居室内及室外农耕地生境的课题结果有很大不同，表现在：①本次调查的住区室内未采到12个县（市）住区室内为优势的黄胸鼠（*Rottus flavipectus*）及柏氏禽刺螨（*Ornithonyssus bacoti*）。②本次在不同海拔层次野外生境（灌木林、乔木林及高山山地）中未采到作为12个县（市）农耕地区优势种的齐氏姬鼠（*Apodemus cheurieri*）、大绒鼠（*Eothenomys miletus*）、卡氏小鼠（*Mus caroli*）、耶氏厉螨（*Loelaps jettmari*）、上海真厉螨（*Eulaelaps shanghaiensis*）、橄形血革螨（*Haemogamasus oliviformis*）及阿尔及利亚螨（*Laelaps algericus*）。③作为本次调查优势种的云南鼩鼹、滇绒鼠、灰腹鼠、长吻鼩鼹及贡山血革螨较为特殊，未见于12县（市）的室外农耕地生境。以上这些差异反映出了高黎贡山及担当力卡山革螨及其宿主小兽区系的特殊性。

2.2 革螨名录及所对应的宿主

所获的31种革螨按邓国藩等（1993）所建立的新分类系统，分科、属、种名录如下，所采各种革螨对应的宿主列于每种革螨之后。

I. 厉螨科 Laelapidae（Beriesh 1892）

（一）厉螨属 *Laelaps*（Koch 1836）

（1）金氏厉螨 *Laelaps chini*（Wang et Li 1965）

宿主：长吻鼩鼹、小纹背鼩鼱、长尾褐鼩鼱、中华姬鼠、社鼠、灰腹鼠、黑腹绒鼠、滇绒鼠。

（2）鼾厉螨 *Laelaps clethrionomydis*（Lange 1955）

宿主：长吻鼩鼹、小纹背鼩鼱、灰腹鼠、滇绒鼠。

（3）毒厉螨 *Laelaps echidninus* Berlese 1887

宿主：大足鼠。

（4）极厉螨 *Laelaps extrimi* Zachvaikin 1948

宿主：大足鼠。

（5）福建厉螨 *Laelaps fukienensis*（Wang）1965

宿主：鼩蝟、长尾褐鼩鼹，社鼠、安氏白腹鼠、灰腹绒鼠、锡金小鼠。

（6）贵州厉螨 *Laelaps guizhouensis* Gu et Wang 1981

宿主：锡金小鼠。

（7）鸿基厉螨 *Laelaps hongaiensis* Grcohovskaya et Nguen-Xuen-Xoe 1961

宿主：白尾鼹。

（8）纳氏厉螨 *Laelaps nuttalli* Hirst 1915

宿主：长吻鼩鼹、大足鼠、社鼠。

(9) 贫毛厉螨 *Laelaps paucisetosa* Gu et wang 1981

宿主：锡金小鼠。

(10) 特氏厉螨 *Laelaps traubi* Domrow 1962

宿主：灰腹鼠、滇绒鼠。

(11) 土尔克厉螨 *Laelaps turkestanicus* Lange 1955

宿主：社鼠、灰腹鼠。

(12) 兴义厉螨 *Laelaps xingyiensis* Gu et Wang 1981

宿主：锡金小鼠。

(13) 景东厉螨 *Laelaps jindongensis* Tian 1990

宿主：中华姬鼠。

（二）阳厉螨属 *Androlaelaps* Berlese 1903

(14) 单阳厉螨 *Androlaelaps singalaris* Wang et Li 1965

宿主：长尾褐鼩鼱、中华姬鼠。

（三）地厉螨属 *Dipolaelaps* Zemskaya et Pionthovskaya 1960

(15) 短尾鼩地厉螨 *Dipolaelaps anourosores* (Gu et Wang) 1981

宿主：鼩蝟、白尾鼹、长尾鼩鼹、滇绒鼠。

（四）上厉螨属 *Hyperlaelaps* Zachvatkin 1948

(16) 田鼠上厉螨 *Hyperlaelaps microti* (Ewing) 1933

宿主：长吻鼩鼹、长尾褐鼩鼱、中华姬鼠、灰腹鼠、黑腹绒鼠、滇绒鼠、克氏田鼠。

（五）下盾螨属 *Hypoaspis* Canestrini 1885

(17) 巴氏下盾螨 *Hypoaspis pavlovskii* Bregetova 1956

宿主：云南鼩鼱、中华姬鼠、锡金小鼠、黑腹绒鼠、克氏田鼠。

（六）赫刺螨属 *Hirstionyssus* Fonseca 1948

(18) 鼩鼱赫刺螨 *Hirstionyssus sunci* Wang 1962

宿主：黑腹绒鼠。

（七）血革螨属 *Haemogamasus* Berlese 1980

(19) 达呼尔血革螨 *Haemogamasus dauricus* Bregetova 1950

宿主：长吻鼩鼹、中华姬鼠、灰腹鼠、滇绒鼠、克氏田鼠。

(20) 贡山血革螨 *Haemogamasus gongshanensis* Tian et Gu 1989

宿主：长吻鼩鼹、白尾鼠、小纹背鼩鼱。

(21) 橄形血革螨 *Haemogamasus oliviformis* Teng et Pan 1964

宿主：中华姬鼠、锡金小鼠。

(22) 方形血革螨 *Haemogamasus guadratus* Teng et Pan 1964

宿主：灰腹鼠。

(23) 四毛血革螨 *Haemogamasus quadrisetatus* Vitzthum 1926

宿主：中华姬鼠、锡金小鼠。

(24) 四川血革螨 *Haemogamasus szechwanensis* Zhang 1964

宿主：鼩猬。
（八）真厉螨属 *Eulaelaps* Berlese 1903
（25）松鼠真厉螨 *Eulaelaps dremomydis* Gu et Wang 1984
宿主：橙腹长吻松鼠。
（26）厩真厉螨 *Eulaelaps stabularis*（Koch）1836
宿主：中华姬鼠。
（27）拟厩真厉螨 *Eulaelaps substabdaris* Yong et Gu 1986
宿主：中华姬鼠。
II. 寄螨科 Parasitidae Oudemans 1901
（九）寄螨属 *Parasitus* Latreille 1759
（28）亲缘寄螨 *Parasitus consanguineus* Oudemans et Voigts 1904
宿主：云南鼩鼱。
III. 裂胸螨科 Aceocejidae Baker et Wharton 1952
（十）肛厉螨属 *Proctolaelaps* Berlese，1923
（29）矮肛厉螨 *Proctolaelaps pygmaeus*（Muller）1859
宿主：长吻鼩鼹、灰腹鼠、锡金小鼠、滇绒鼠、克氏田鼠、灰颈鼠兔。
IV. 囊螨科 Ascidae Voigts et Oudemans. 1905
（十一 ）毛绥螨属 *Lasioseius* Betlese 1916
（30）毛绥螨 *Lasioseius* sp.
宿主：云南鼩鼱、中华姬鼠。
V. 巨螯螨科 Macrochelidae Vitzthum 1903
（十二）巨螯螨属 *Mocrocheles* Latri 1829
（31）巨螯螨 *Macrocheles* sp.
宿主：中华姬鼠。
附：小兽宿主名录
I. 食虫目 Insectivora
一、猬科 Erinaceidae
（一）鼩猬属 *Neotetracus*
1. 鼩猬（中华鼩猬、中华新猬）*N. sinensis* Trouessart 1909
二、鼹科 Talpidae
（二）多齿轮鼩鼹属 *Nasillus* Thomas
2. 长吻鼩鼹（多齿鼩鼹，长鼻鼩鼹、鼩鼹）*N. gracilis* Thomas 1911
（三）白尾鼹属 *Parascaptor* Gill
3. 白尾鼹（白尾副掘鼹）*P. leucurus*（Blych 1850）
三、鼩鼱科 Soricidae
（四）鼩鼱属 *Sorex* Linnaeus
4. 云南鼩鼱（高山鼩鼱）*S. excelsus* Allen 1923
5. 小纹背鼩鼱 *S. bedfordiae* Thomas 1911
（五）长尾鼩鼱属 *Soriculus* Blyth 1854

6. 长尾褐鼩鼱（印度长尾鼠）*S. macrutus*（Hodgson）1863

（六）麝鼩属 *Crocidura* Wagier

7. 灰麝鼩（渐尖疏毛尾鼩）*C. attenuata* Milne Edwards 1872

（七）短尾鼩属 *Anourosorex* Milne-Edwards

*8. 微尾鼩（鳞无短尾鼩、四川短尾鼩）*A. squamipesi* Milne-Edwards 1872

II. 啮齿目 Rodentia

四、鼯鼠科 Petauristidae

（八）鼯鼠属 *Petaurista* Link 1795

9. 麻背大鼯鼠（云南大鼯鼠）*P. albiventor*（Gray）1834

五、松鼠科 Sciurdae

（九）长吻松鼠属 *Dremomys* Heude 1898

10. 橙腹长吻鼠 *D. lokriah*（Hodgson）1836

六、鼠科 Muridae

（十）姬鼠属 *Apodemus* Kaup 1829

11. 中华姬鼠（林生林姬鼠、小林姬鼠、龙姬鼠、森林姬鼠）*A. draca*（Barrett-Hamilton）1900

（十一）鼠属 *Rattus* Fischer 1803

12. 大足鼠 *R. nitidus*（Hodgson）1845

（十二）白腹鼠属 *Niviventer* Marshall

13. 社鼠（刺毛灰鼠）*N. confucianus*（Milne-Edwards）1871

14. 安氏白腹鼠（白腹鼠）*N. andersoni*（Thomas）1911

15. 灰腹鼠（依哈鼠）*N. eha*（Wroughton）1916

（十三）小鼠属 *Mus* Linnaeus 1758

16. 锡金小鼠 *M. pahari* Thomas 1916

七、仓鼠科 Cricetidae

（十四）绒鼠属 *Eothenomys* Miller 1896

17. 黑腹绒鼠 *E. melanogaster*（Milne-Edwards）1871

18. 滇绒鼠（趋泽绒鼠）*E. eleusis*（Thomas）1911

（十五）田鼠属 *Microtus* Sehrank 1798

19. 克氏田鼠 *M. clarkei* Hinton 1923

III. 兔形目 Logomorpha

八、鼠兔科 Ochotonidae

（十六）鼠兔属 *Ochotona* Link

20. 灰颈鼠兔 *O. forresti* Thomas

21. 高黎贡鼠兔 *O. gaoligongensis* Wang et Gong 1989

致谢 在野外调查中，得到了云南怒江州防疫站李璋鸿和李四全、云南省流行病防治研究所龚正达以及云南贡山县防疫站和椿桐等同志的大力协助和支持。在此表示感谢！

主要参考文献

邓国藩等. 1993. 中国经济昆虫志（第四十册，蜱螨亚纲、皮刺螨总科）. 北京：科学出版社. 1～391

郭宪国，叶炳辉，顾以铭等. 1994. 云南西部不同生境区域革螨群落的极点排序. 中国媒介生物学及控制杂志，5(5)：340～343

云南省地方病防治办公室，云南省卫生防疫站. 1989. 云南医学动物名录. 昆明：云南科学技术出版社. 163～214

Cuo X G. 1997. Spatial pattern analysis of *Laelaps echidninus* and *Laelaps nuttalli* using Iwao's method and a significance test of random deviation (Acari: Laelapidae). Systematic and Applied Acarology, 2: 89～93

Fauna Investigation of Gamasid Mites from the Gaoligong Mountains and the Dandanglika Mountains

GUO Xian-guo QIAN Ti-jun

(Laboratory of Vector and Pathogen, Dali Medical College, Dali, Yunnan, 671000)

Abstract The Gaoligong Mountains and the Dandanglika Mountains on the both sides of the Dulongjiang River in Western Yunnan were selected to investigate the fauna of gamasid mites on small mammals. The altitude of investigated areas are from 1400m to 3500m above the sea level. 487 small mammals were captured and identified to be 3 orders, 8 families, 16 genera and 21 species. From the body surface of all the captured small mammals. 1 561 gamasid mites were collected and identified to be 5 families, 12 genera and 31 species. *Rattus nitidus*, *Mus pahari*, *Crocidura attenuata*, *Apodemus draca*, *Sorex excelsus*, *Eothenomys melanogaster*, *Eothenomys eleusis*, *Niviventer eha* and *Nasillus gracilis* are dominant species of small mammals in different altitude and habitats. *Laelaps echidninus*, *Laelaps guizhouensis*, *Laelaps chini*, *Laelaps fukienesis* and *Haemogamasus gongshanensis* are dominant mite species. All the mites, together with their small mammal hosts, are listed in detail.

Key words Gamasid mite, Fauna, Gaoligong Mountains, Dandanglika Mountains, Yunnan

高黎贡山及担当力卡山革螨性比及年龄构成分析*

郭宪国　钱体军

（大理医学院媒介及病原生物研究室，大理 671000）

摘　要　目的：探讨革螨的雌雄性比及生活史各期年龄构成。**方法**：现场分层抽样调查及常规分类鉴定，选择采集数量较大的革螨作为重点分析对象。**结果**：从 21 种、487 只小兽体表检获革螨 31 种、1561 只，有 7 种革螨采集数量较大，为主要革螨。主要革螨中，除贡山血革螨的雄性比例（59.68%）超过其雌性比例（34.68%）外，其余 6 种革螨的雌性比例（90.91%～98.18%）明显超过其雄性比例（1.45%～9.09%）。所有革螨均未采到幼虫，前若虫及后若虫的数量亦很少。**结论**：在多数革螨的自然种群中，雄性个体明显少于雌性个体，可能与革螨的孤雌生殖有关。

关键词　蜱螨亚纲，革螨，性比，年龄结构

中图分类号 R384.4

性比（sex ratio）及年龄结构（age structure）或年龄分布（age distribution）是种群生态学中的重要内容之一。本文结合高黎贡山及担当力卡山区系的研究，对所获革螨的性比及年龄结构进行了分析，原始资料来源于 1996 年 9～10 月对高黎贡山及担当力卡山的现场调查。所调查的高黎贡山及担当力卡山位于云南西部怒江以西，独龙江的两岸，东经 98°15′～98°31′，北纬 27°15′～28°15′。

1　研究方法

1.1　调查方法

选择海拔 1400～3500m 的区域进行分层抽样调查。共分 4 层，即 2500m 以下室内生境为一层，2500m 以下灌丛野外生境为一层，2500m 以下乔木林区为一层，2500m 以上山地为一层。各层内小兽宿主用鼠夹加食饵诱捕，调查当晚布夹，次晨收集。个别树栖小兽辅以枪击捕之。

1.2　小兽及革螨分类鉴定

多数小兽依据其外形、毛色、体长、身高，后足长及其他外部形态现场鉴定，少数难以现场鉴定者，现场剥制头骨标本后带回实验室鉴定。革螨先按一兽一片的原则用霍氏液（Hoyer solution）现场临时封制玻片标本，带回实验室后再用清水洗脱、漂洗后重新用霍氏液封片，经干燥、透明后于光镜下鉴定革螨的种类、性别及年龄。

---

* 本文 1999 年发表于《大理医学院学报》，8(1)：1～3。

2 结果

2.1 小兽及革螨采集结果

现场调查中共捕获小兽（小型哺乳动物）487 只，经分类鉴定隶属兔形目（Logomnorpha）、啮齿目（Rodentia）及食虫目（ Insectivora）三个目中的 8 科 16 属 21 种。487 只小兽体表共检获革螨 1561 只，经分类鉴定隶属 5 科 12 属 31 种。在这 31 种革螨中，有 7 种革螨的采集数量相对较大，所采到的个体数大于 50 只，这 7 种革螨分别是贵州厉螨（*Laelaps guizhouensis* ）、毒厉螨（*L. echidninus*）、纳氏厉螨（*L. nuttalli*）、福建厉螨（*L. fukienensis*）、金氏厉螨（*L. chini*）、贡山血革螨（*Haenmogamasus gongshanensis* ）及田鼠上厉螨（*Hyperlaelaps microti*）。

2.2 革螨的性比

7 种主要革螨中，除贡山血革螨的雄性个体比例（59.68%）大于雌性个体比例（34.68%）外，其余 6 种革螨的雄性个体比例（1.45%～9.09%）均明显少于雌性个体比例（90.91%～98.18%），详见表 1。其他采集数量较少的 24 种革螨，也主要以雌性个体为主，详见表 2。表 2 中，由于每种革螨的总采集数较少，雌雄性别均用实际数表示，未用百分比表示其性比的比例。

表 1 7 种主要革螨的雌雄性比

革螨名称	采集总数	成虫总数	雄虫		雌虫	
			数量	性比/%	数量	性比/%
贵州厉螨	364	352	13	3.69	339	96.31
毒厉螨	232	229	18	7.76	211	90.95
纳氏厉螨	70	69	3	4.29	66	94.29
福建厉螨	178	174	5	2.81	169	94.94
金氏厉螨	275	274	4	1.45	270	98.18
贡山血革螨	124	117	74	59.68	43	34.68
田鼠上厉螨	55	55	5	9.09	50	90.91

表 2 其他革螨的雌雄成虫数量

革螨名称	成虫总数	雌虫数	雄虫数
兴义厉螨 *Laelaps xingyiensis*	31	31	0
贫毛厉螨 *L. paucisetosa*	4	4	0
土尔克厉螨 *L. turkestanicus*	41	41	0
特厉螨 *L. traubi*	3	3	0
平厉螨 *L. clethrionomydis*	15	14	1
景东厉螨 *L. jindongensis*	20	20	0
极厉螨 *L. extremi*	3	3	0

续表

革螨名称	成虫总数	雌虫数	雄虫数
鸿基厉螨 *L. hongaiensis*	1	1	0
巴氏下盾螨 *Hypoaspis pavlovskii*	8	8	0
单阳厉螨 *Androlaelaps singularis*	2	2	0
短尾鼩地厉螨 *Dipolaelaps anourosorex*	22	20	2
四川血革螨 *Haemogamasus szechwanensis*	6	6	0
橄形血革螨 *H. oliviformis*	9	9	0
四毛血革螨 *H. quadrisetatus*	6	6	0
方形血革螨 *H. quadrates*	3	2	1
达呼尔血革螨 *H. dauricus*	23	15	8
松鼠真厉螨 *Eulaelaps dremomydis*	3	3	0
厩真厉螨 *E. stabularis*	4	4	0
拟厩真厉螨 *E. substabularis*	24	24	0
鼩赫刺螨 *Hirstionyssus sunci*	1	1	0
亲缘寄螨 *Parasitus consanguineus*	1	0	1
矮肛厉螨 *Proctolaelaps pygmaeus*	12	12	0
毛绥螨 *Lasioseius* sp.	11	11	0
巨螯螨 *Macrocheles* sp.	1	1	0

2.3 革螨的年龄结构

所采集到的 31 种革螨在分类鉴定中均未发现幼虫时期。有 12 种革螨发现前若虫或后若虫，但所占数量均较少，远不及成虫数量，详见表 3。

表 3 各种革螨幼期采集情况统计

革螨名称	螨总数	幼虫数	前若虫数	后若虫数	幼期比例/%
兴义厉螨	32	0	1	0	3.13
贵州厉螨	364	0	7	5	3.29
毒厉螨	232	0	1	2	1.29
纳氏厉螨	70	0	1	0	1.43
金氏厉螨	275	0	0	1	0.36
福建厉螨	178	0	0	4	2.25
巴氏下盾螨	9	0	0	1	—*
方形血革螨	4	0	0	1	—*
达呼尔血革螨	26	0	1	2	11.54
贡山血革螨	124	0	0	7	5.65
矮肛厉螨	14	0	0	2	14.29
亲缘寄螨	2	0	0	1	—*
其他革螨	231	0	0	0	—*

* 因螨总数太少，未计算幼期比例。

3 讨论

性比及年龄结构是节肢动物乃至其他动物种群生态学研究中的重要内容之一，但在革螨自然种群研究方面尚未见这方面的专门报道。郭宪国等自 1990 年以来，已在革螨

群落生态、种群空间分布格局及区系分类方面进行了一系列的研究，但尚未涉及革螨性比及年龄结构的内容。

已有研究表明，在革螨的生殖过程中，广泛存在孤雌生殖现象，即雌虫不与雄虫交配而直接生殖的现象。本文所示的大多数革螨的雌性个体比例远高于雄性个体比例可能与孤雌生殖有关。

革螨发育的基本过程分为卵、幼虫、前若虫（第一若虫）、后若虫（第二若虫）及成虫五个时期。自由生活型革螨大多具有从卵到成虫的五个完整生活史时期，但一些寄生型革螨的胚胎后发育期数往往减少，可直接产幼虫或若虫。在现场采集中，卵的采集往往难以做到，幼期的个体较小，其采集难度往往大于成虫的采集。本文所示的 31 种革螨均未采到幼虫，若虫期也相对较少，这可能与这些革螨大多数属于寄生性种类（小兽体表的寄生性种类）有关。这些寄生性革螨的雌性成虫可能直接产前若虫或后若虫而造成生活史中缺乏卵及幼虫期。除此之外，是否尚与其他因素（如幼期个体小且发育较快而不易采到、采集地点 9～10 月份不是革螨繁殖高峰季节以及幼期可能主要分布在小兽窝巢而不是其体表等）有关，尚值得进一步探讨。

致谢　衷心感谢李璋鸿、李四全、龚正达及和椿桐等同志在野外调查中所给予的帮助！

主要参考文献

邓国藩等. 1993. 中国经济昆虫志・第四十册・碑螨亚纲・皮刺螨总科. 北京:科学出版社. 1～391

郭宪国,顾以铭. 1992. 贵州省思南县不同生境区城鼠形动物体表革螨群对比研究. 昆虫学报,35(4): 405～410

郭宪国,顾以铭. 1997. 角绥螨属在中国首次发现及一新种记述(碑螨亚纲:囊螨科). 动物分类学报,22(4):356～358

郭宪国,顾以铭. 1997. 血革螨属一新种(碑螨亚纲:血革螨亚科). 动物分类学报. 22(4):359～362

郭宪国. 1998. 高黎贡山及担当力卡山革螨及其宿主分类名录. 大理医学院学报,7(1):3～6

孙儒泳. 1992. 动物生态学原理. 第二版. 北京:北京师范大学出版社. 127～130

Guo X G. 1997. Spatial pattern analysis of *Laelaps echidninus* and *Laelaps nuttalli* using Iwao's method and a significance test of random deviation (Atari : laelapidae)Systematic and Applied Acarolotty, 2: 89～93

Guo X G. 1998. Host-specificity and host-selection of gamasid mites (Acari:Gamasina). Systematic and Applied Acarology,3: 29～34

Sex Ratio and Age Structure of Gamasid Mites from Gaoligong Mountains and Dandanglika Mountains

GUO Xian-guo　QIAN Ti-jun

(Laboratory of Vector and Pathogen, Dali Medical College, Dali 671000)

Abstract　**Objective**: To probe into the sex ratio and the age stricture of gamasid

mites. **Methods**: Stratified sampling method of field investigation and conventional identification were adopted. The species of gamasid mites with enough individuals in the field collection were chosen as the main target in the study . **Results**: 21 species of small mammals with 487 individuals were captured in the field investigation. 31 species of gamasid mites with 1561 individuals were collected from the body surface of the small mammal hosts. Of seven main species of the mites, the female ratios (90.91% ~ 98.18%) of six species were remarkably higher than the male ratios (1.45%~9.09%) except *Haemoganasus gongshanensis* whose female ratio (34.68%) was lower than its male ratio (59.68%). No larva was collected in all the species of the mites and few prenymphs and postnymphs were found in the identification. **Conclusion**: In most natural populations of gamasid mites, the male individuals are usually much fewer than the female ones, which might be related to parthenogenesis.

Key words Acari, Gamasid mite, Sex ratio, Age structure

高黎贡山及担当力卡山 9 种革螨空间分布型研究*

郭宪国　钱体军

（大理医学院媒介及病原生物研究室，大理　671000）

摘　要　**目的**：研究山地革螨在小型哺乳动物宿主间的空间分布格局。**方法**：在常规分类鉴定的基础上，以宿主个体为样方单位，统计不同种类革螨在各样方的分布数量，然后用聚块指数测定各种革螨的空间分布型。**结果**：采自云南西部高黎贡山及担当力卡山的贵州厉螨、兴义厉螨、毒厉螨、纳氏厉螨、福建厉螨、土尔克厉螨、金氏厉螨、田鼠上厉螨及贡山血革螨 9 种革螨在其主要寄生宿主体表均表现为聚集型分布。**结论**：所研究的 9 种革螨在其寄生生活中具有群聚效应。

关键词　蜱螨亚纲，革螨，空间分布，高黎贡山，担当力卡山，云南

中图分类号　R384.4

革螨空间分布型研究属于革螨生态研究中的种群生态范畴。关于革螨群落及种群生态研究，郭宪国等曾对云南西部 12 个县（市）农耕区小兽体表寄生革螨进行过一系列研究，在此之后又报道了有别于农耕区生态环境，位于云南西部独龙江两岸的高黎贡山及担当力卡山的革螨区系分类结果图。本文在高黎贡山及担当力卡山革螨区系分类的基础上，运用分布型指数法对采自这两座山的 9 种主要革螨的空间分布格局进行了研究。

郭宪国等曾用扩散系数 C，I 指数（I）、Cassie 指数 C_A 及聚块指数 m^*/m 四种分布型指数对采自云南西部 12 个县（市）农耕区的 10 种重要革螨在 5 种鼠类宿主体表的种群空间分布型进行过测定，考虑到这几种分布型指数相互间存在一定的相关性，本文仅采用其中的聚块指数作为测定指标。

1　研究方法

1.1　革螨采集、鉴定及对象选择

所研究革螨全部采自高黎贡山及担当力卡山 1400～3500m 区域的小型哺乳动物（小兽）体表。宿主动物用鼠夹诱捕或枪击，革螨采集、标本制作及分类鉴定按常规方法进行。在分类鉴定的基础上，按革螨种类不同分类统计后，选择个体数量较大的革螨作为本文研究的对象，其对应的主要寄生宿主作为相应的样方单元。

1.2　种群空间分布型测定

用分布型指数中的聚块指数 m^*/m 进行测定。聚块指数表述为

* 本文 1999 年发表于《大理医学院学报》，8(2)：1～3。

$$m^*/m = \frac{M + (\sigma^2 - 1)}{m}$$

式中：m 为各样方革螨个体数之均值；σ^2 为方差。当 $m^*/m<1$ 时，判定为均匀分布；当 $m^*/m>1$ 时，判为聚集分布；当 $m^*/m=1$ 时，判为随机分布。

2. 结果

2.1 空间分布型测定的革螨对象及其对应的主要宿主

所调查的高黎贡山及担当力卡山捕获小型哺乳动物（小兽）487 只，分类鉴定为 3 目 8 科 16 属 21 种；从所捕获的小兽体表采集革螨 1561 只，分类鉴定为 5 科 12 属 31 种。在分类统计的基础上，综合分析革螨及其对应宿主的样本数量，9 种革螨被选定为种群空间分布型测定对象，所对应的 5 种小兽被选定为宿主样方单元。9 种革螨的名称、所对应的 5 种宿主名称和数量以及每种革螨在对应宿主体表的采集数量详见表 1。

表 1　9 种革螨对应的主要宿主及其体表的革螨采集量

革螨名称	对应的主要宿主		对应宿主体表的革螨采集量/只
	名称	数量/只	
兴义厉螨 *Laelaps xingyiensis*	锡金小鼠 *Mus pahari*	25	32
贵州厉螨 *L. guizhouensis*	锡金小鼠 *Mus pahari*	25	364
毒厉螨 *L. echidninus*	大足鼠 *Rattus nitidus*	46	232
纳氏厉螨 *L. nuttalli*	大足鼠 *Rattus nitidus*	46	65
福建厉螨 *L. fukienensis*	灰腹鼠 *Niviventer eha*	51	85
土尔克厉螨 *L. turkestanicus*	灰腹鼠 *Niviventer eha*	51	39
金氏厉螨 *L. chini*	滇绒鼠 *Eothenomys eleusis*	115	183
田鼠上厉螨 *Hyperlaelaps microti*	滇绒鼠 *Eothenomys eleusis*	115	36
贡山血革螨 *Haemogamasus gongshanensis*	多齿鼩鼹 *Nasillus gracilis*	30	117

2.2 各种革螨空间分布型测定结果

当以所对应的主要宿主为样方单元时，9 种革螨的 m^*/m 值均大于 1（1.86～22.12），按判定界线值标准，均判为聚集型分布。各种革螨的空间分布型计算结果详见表 2。

表 2　9 种革螨空间分布型测定结果

革螨名称	对应宿主	空间分布型测定结果		
		m	σ^2	m^*/m
兴义厉螨	锡金小鼠	1.28	3.21	2.18
贵州厉螨	锡金小鼠	14.56	196.26	1.86
毒厉螨	大足鼠	5.04	74.58	3.74
纳氏厉螨	大足鼠	1.41	5.85	3.23
福建厉螨	灰腹鼠	1.67	20.03	7.58

续表

革螨名称	对应宿主	空间分布型测定结果		
		m	σ^2	m^*/m
土尔克厉螨	灰腹鼠	0.76	11.30	19.25
金氏厉螨	滇绒鼠	1.59	26.21	10.74
田鼠上厉螨	滇绒鼠	0.31	2.34	22.12
贡山血革螨	多齿鼩鼹	3.90	57.47	1.87

3 讨论

空间分布型测定是种群空间分布研究的一个重要方面，在动植物生态研究领域占有较重要的地位。种群空间分布通常表现为均匀分布、随机分布及聚集分布几种基本形式。在均匀分布或随机分布中，种群内各个体是均匀或随机地分布在可利用的单位中，每一个体占据分布空间任一点的概率均等，并且任一个体的存在决不影响其他个体的分布，即相互是独立的；在聚集分布中，种群内各个体非随机地分布在可利用的单位中，密度疏密不均，常呈核心（集团）或嵌纹状分布。判定一个生物种群究竟是属于均匀分布、随机分布，还是属于聚集分布，常常需要进行一系列统计运算，简单的直接观察或凭经验是难以准确、科学地判断。在动物生态学研究中，判定一个动物种群的空间分布格局通常有两类方法，一类是用统计学上的概率分布（如正二项分布、负二项分布、泊松分布及奈曼分布等）进行拟合，称为频次分布法；另一类是用生态学中的一些分布指数或数学模型加以测定，称为分布型指数法。在生态学实践中，分布型指数法操作方便，计算过程简单，测定结果也比较符合生态学实际，应用较为普遍。分布型指数较多，本文所采用的聚块指数只是其中的一种。

本文的研究对象是革螨种群，被测定的 9 种革螨即为 9 个革螨种群，每种革螨所对应的宿主样方为所测定革螨种群可利用的空间单位。9 种革螨在所对应宿主体表的空间分布均被判定为聚集分布，这表明这些革螨在宿主体表的寄生既不是均匀的，也不是随机的，同种革螨的不同个体间是相互影响的，具有群聚（群集）效应。

主要参考文献

郭宪国，钱体军. 1998. 高黎贡山及担当力卡山革螨区系调查. 地方病通报，13(3)：74～77

郭宪国，叶炳辉，顾以铭等. 1996. 黄胸鼠体表优势革螨种群空间分布型研究. 医学动物防制，12(3)：17～19

郭宪国，叶炳辉，顾以铭等. 1996. 十种重要革螨在五种鼠类宿主体表的种群空间分布型初析. 大理医学院学报，5(4)：4～7

Guo X G. 1997. Spatial pattern analysis of *Laelaps echidninus* and *Laelaps nuttalli* using Iwao's method and a significance test of random deviation(Acari：Laelapidae). Systematic and Applied Acarology，2：89～93

Guo X G. 1998. Host-specificity and host-selection of gamasid mites(Acari：Gamasina). Systematic and Applied Acarology，3：29～34

Research on Spatial Pattern of Gamasid Mites from the Mountains of Gaoligong and Dandanglika

GUO Xian-guo QIAN Ti-jun

(Laboratory of Vector and Pathogen, Dali Medical College, Dali 671000)

Abstract **Objective**: To study the spatial pattern of the gamasid mites, on the body surface of small mammal hosts. **Methods**: The studied gamasid mites were conventionally identified and classified and the small mammal hosts ectoparasitized by the mites were regarded as sampling units. After adding up the individual distribution of different species of the mites on each host sampling unit, patchness index was used to measure the spatial patterns of various species of gamasid mites. **Results**: 9 main species of gamasid mites collected from the Mountains were chosen as the target mites in this paper. All the involved mites on their correspondent small mammal hosts showed an aggregated distribution pattern. **Conclusion**: 9 species of gamasid mites involved have an aggregated living habit or tendency when they parasitize their corresponding small mammal hosts as ectoparasites.

Key words Acari, Gamasid mite, Spatial pattern, Gaoligong Mountains, Dandanglika Mountains, Yunnan

第四部分　微生物研究



高黎贡山自然保护区土壤真菌的组成及其生态分布*

张　萍[1]　刀志灵[2]　郭辉军[3]　龙碧云[1]

（1 中国科学院西双版纳热带植物园，昆明　650223）

（2 中国科学院昆明植物研究所，昆明　650204）

（3 中国科学院昆明分院，昆明　650022）

摘　要　报道在高黎贡山自然保护区调查所发现的各类土壤真菌资源情况及其生态分布。共发现土壤真菌 28 个属，分隶于 3 纲 6 目 11 科，其中以丛梗孢科占绝对优势，有 11 个属占总属数的 37.9%，暗梗孢科有 5 个属占总属数的 17.2%为次优势类群，有关菌种保存在中国科学院西双版纳热带植物园微生物生态学实验室内。属的分布是，海拔 2000m 左右的原始森林下土壤中分离到的属最多，其次为海拔高的原始森林，海拔低的次生林分离到的属最少。真菌数量的分布也出现山中部最多而山顶部和底部较少的变化趋势。

关键词　高黎贡山，土壤真菌，名录，生态分布

分类号　Q 938.1

高黎贡山位于滇西北中缅边境地区。由于其多种多样的森林类型、生物资源，早已引起世界性的广泛关注，同时，被认为是世界动植物起源与分化的关键地区，并已于 1983 年被确定为国家级自然保护区。由于其特殊的地质历史和地理位置，以及南北走向的高山峡谷，成为东南、西北植物与动物交汇地带和第四纪冰期的动植物避难所。在高黎贡山自然保护区 12 万 hm^2 面积内，已知 1700 种植物，347 种鸟类，117 种兽类，844 种昆虫，其中有 58 种植物，81 种动物列入国家级保护，这在全国都是罕见的。然而，这仅仅是高黎贡山自然保护区丰富的生物资源的一部分，尤其是微生物资源的调查尚未见报道。

高黎贡山山体宏大，气势雄伟，上半部（3100～1880m）的原生植被保存较好，生物资源十分丰富；尤其是海拔 2000m 左右的原生植被发育良好，林内自然环境良好，大量枯枝落叶等凋落物归还土壤，成为多种真菌丰富的营养来源，土壤微生物和土壤养分含量十分丰富（表 1）；而下部（1500m 以下）有村庄分布，近 10 年来，由于人口激增，森林大量被砍伐、放牧和开垦成农田或人工纯林，同时也对土壤微生物和土壤养分产生了很大程度的影响，使它们大量减少；山底部（1210m 以下）的次生林基本上已被砍光，导致土壤干旱贫瘠，并威胁着自然保护区的森林和生物资源。如何加强高黎贡山森林资源管理和生物多样性保护，已成为一个亟待解决的课题。

---

* 本文于 1999 年发表于《云南植物研究》，（增刊Ⅺ）：79～83。

表 1　高黎贡山土壤微生物和土壤养分的基本情况

海拔/m	植被类型	枯落物量	土壤含水量/%	微生物总数*	真菌数量*	有机质/%	有效氮/(mg/kg)	速效磷/(mg/kg)	速效钾/(mg/kg)
3100	高山灌丛草甸	0	81.0	246.2	0.6	8.60	352.5	1.0	63.1
2560～2830	针叶林	2.08	85.9	252.3	8.3	8.93	296.3	0.8	69.2
1880～2200	常绿阔叶林	1.25	83.2	680.2	18.7	16.82	438.4	1.2	126.6
1400～1820	常绿阔叶林	0.76	44.5	425.3	15.5	4.16	142.1	1.0	146.5
1000～1210	干热河谷稀树灌丛	0.12	26.6	335.2	5.7	1.72	56.5	2.7	99.1

注：* ×10.4 个/g 干土。

真菌是自然生态系统中有机物的主要分解者，同时有不少为有利于植物生长的菌根菌或对植物有害的病原菌，部分还有一定的经济意义，种类相当丰富。我们从 1995 年起，对高黎贡山的森林类型和生物资源进行了为期三年的调查研究，力图为高黎贡山森林资源管理与生物多样性保护提供科学依据。本文是土壤真菌资源调查的部分结果。

1　材料与方法

研究地点位于云南省西部保山地区境内，属于高黎贡山南段东坡，采集自然保护区不同海拔高度和植被类型下的表层(0～20cm)土样共 22 份，采用马丁培养基平板表面涂抹法(中国科学院南京土壤研究所微生物室　1985)分离鉴定(中国科学院微生物研究所　1973；魏景超　1979)土壤小型真菌。

2　结果与讨论

2.1　高黎贡山土壤真菌的组成

共得到土壤真菌 28 属，分隶于 3 纲 6 目 11 科，比从哀牢山分离到的种类丰富(许坤一等　1987)。其中以丛梗孢科占绝对优势，有 11 个属占总属数的 37.9%；暗梗孢科有 5 个属占总属数的 17.2%为次优势类群；第 3 为内孢霉科有 3 个属占总属数的 10.4%；第 4 为毛霉科有 2 个属占总属数的 6.9%；其余各科均是每科有 1 个属各占总属数的 3.4%。结果如下：

高黎贡山南段东坡土壤真菌科属名录：

半知菌类 Fungi Imperfecti

丛梗孢目 Moniliales

丛梗孢科 Moniliaceae

1. 青霉属 *Penicillium*
2. 木霉属 *Trichoderma*
3. 拟青霉属 *Paecilomyces*
4. 球孢霉属 *Coccospora*
5. 曲霉属 *Aspergillus*
6. 单端孢霉属 *Didymopsis*
7. 聚端孢霉属 *Trichothecium*
8. 短链孢霉属 *Selenotila*
9. 简梗孢霉属 *Chromosporium*
10. 头孢霉属 *Cephalosporium*
11. 轮枝霉属 *Verticillium*

暗梗孢科 Dematiaceae

12. 单孢枝霉属 *Hormodendrum*

13. 假黑粉霉属 *Coniosporium*

14. 黑葱花霉属 *Periconia*

15. 结实串孢霉属 *Hormiscium*

16. 单头孢霉属 *Monotospora*

瘤痤孢科 Tuberculariaceae

17. 镰刀菌属 *Fusarium*

无孢菌群 Mycelia Sterilia

藻菌纲 Phycomycetes

18. 内囊霉属 *Endogone*

小克银汉霉科 Cunninghamellaceae

19. 小克银汉霉属 *Cunninghamella*

被孢霉科 Mortierellaceae

20. 单囊霉属 *Haplosporangium*

毛霉科 Mucoraceae

21. 犁头霉属 *Absidia*

22. 毛霉属 *Mucor*

子囊菌纲 Ascomycetes

曲霉目 Eurotiales

头囊菌科 Cephalothecaceae

23. 头囊菌属 *Cephalotheca*

酵母目 Endomycetales

内孢霉科 Endomycetaceae

24. 单囊菌属 *Eremascus*

25. 拟内孢霉属 *Endomycopsis*

26. 头囊霉属 *Ascocybe*

酱霉科 Ascoideaceae

27. 酱霉属 *Ascoidea*

球壳菌目 Sphaeriales

毛壳菌科 Chaetomiaceae

28. 毛壳菌属 *Chaetomium*

显然，这仅仅是高黎贡山自然保护区土壤真菌资源中极少的一部分，整个高黎贡山丰富的真菌资源有待进一步搞清楚，尤其是那些与植物共生的菌根真菌、类群繁多的担子菌，以及森林凋落物分解微生物的多样性及生态学意义的研究，将是很有意义的。

2.2 高黎贡山土壤真菌的生态分布

表 2 显示了高黎贡山从山脚到山顶不同海拔高度的土壤真菌的生态分布。由表 2 可见，在 5 个以上海拔高度的土壤中都分离到的属有 9 个，按出现的频率从高到低依次是青霉属、木霉属 、假黑粉霉属、拟青霉属、内囊霉属、单囊菌属、无孢菌群、头囊菌属和酱霉属，它们是高黎贡山土壤真菌的优势类群；其中青霉属、木霉属 、假黑粉霉属、拟青霉属和内囊霉属在从山脚到山顶不同海拔的土壤中普遍存在，说明它们对生境的要求不太严格；而单囊菌属 、无孢菌群、头囊菌属和酱霉属则多出现于山中部的土壤中，这表明这几个属要求较适宜的生境条件；在整个山体不同海拔高度的土壤中均得到且得到的菌株数最多的是青霉属，可见，青霉属在凋落物分解中起重要作用。球孢霉属、单孢枝霉属、拟内孢霉属、单头孢霉属和毛壳菌属分别在 3～4 个海拔高度出现，为次优势类群。出现最少的属为聚端孢霉属、短链孢霉属、头孢霉属、轮枝霉属、黑葱花霉属、犁头霉属和头囊霉属，它们仅在一个海拔高度的土壤中分离到。

从属的分布来看，海拔 2000m 左右的原生林下土壤中分离到的属最多，从 1880～2200m 海拔的样地平均分离到 12 个属 22.7 株菌；其次为海拔高的原生林，2560～3100m 海拔的样地平均分离到 7.0 属 12.3 株菌，海拔低的次生林分离到的属最少，1000～1400m 海拔的样地平均分离到 6.3 属 18.3 株菌(株数较多，原因是出现的高耐受性属的株数较多)。真菌数量的分布也出现山中部最多而山顶部和底部较少的变化趋势(表 1)，海拔 1880～2200m 和海拔 1000～1210m 土壤中真菌的平均数量分别为每克干土 18.7×10.4 个和每克干土 5.7×10.4 个，山顶部土壤真菌的数量则更少，海拔 3100m 土壤中真菌的数量仅为每克干土 0.6×10.4 个。

表 2　高黎贡山土壤真菌的生态分布

属名	菌株数(海拔/m)											
	(3100	2830	2560	2410	2200	1990	1880	1820	1630	1400	1210	1000)
青霉属 (*Penicillium*)	3	4	8	4	4	12	12	12	12		12	8
木霉属 (*Trichoderma*)	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2		
假黑粉霉属 (*Coniosporium*)		2	1	3	1	1	1	1		1	1	
拟青霉属 (*Paecilomyces*)		1			1	1	1	1		2	1	
内囊霉属 (*Endogone*)	1	1	1		1			1	1	1		
单囊菌属 (*Eremascus*)					2	1	1	1	1	1		
无孢菌群 (*Mycelia*)					2	1	1	1		1		
头囊菌属 (*Cephalotheca*)				1	2	1	1	2				
酱霉属 (*Ascoidea*)			2		1	1	1	1				
球孢霉属 (*Coccospora*)					1	1	1	1				
单孢枝霉属 (*Hormodendrum*)	1		1	1			1					
拟内孢霉属 (*Endomycopsis*)			1	1			1	1				
单头孢霉属 (*Monotospora*)									1		1	1
毛壳菌属 (*Chaetomium*)			1	1			1					
曲霉属 (*Aspergillus*)											2	6
单端孢霉属 (*Didymopsis*)						1				1		
简梗孢霉属 (*Chromosporium*)			1						1			
结实串孢霉属 (*Hormiscium*)	1								1			
镰刀菌属 (*Fusarium*)											1	
小克银汉霉属(*Cunninghamella*)						1					1	
单囊霉属(*Haplosporangium*)				1		1						
毛霉属 (*Mucor*)										1		1
聚端孢霉属(*Trichothecium*)										1		
短链孢霉属(*Selenotila*)				1								
头孢霉属(*Cephalosporium*)									1			
轮枝霉属(*Verticillium*)									1			
黑葱花霉属(*Periconia*)		1										
犁头霉属(*Absidia*)	1											
头囊霉属(*Ascocybe*)				1								
合计　属	6	6	9	9	12	12	12	11	11	7	7	5
株	9	11	17	13	20	24	24	24	24	19	19	17

任何生物的生长都离不开其生活的环境,土壤真菌也不例外。高黎贡山土壤真菌的生态分布与生态因子随海拔高度的变化及真菌的生物学特性有关。高黎贡山顶部海拔高气温低,海拔 3100m 处年平均气温仅为 6.49℃(黄大华等　1985),不利于土壤真菌的生

长，土壤真菌的属数较少，含量较低。随海拔降低，气候变得温暖，在海拔 2000m 左右，降雨量充沛(傅绍铭等　1985)，原生常绿阔叶林发育良好，大量枯落物归还土壤，成为多种真菌丰富的营养来源，土壤微生物和土壤养分含量十分丰富(表 1)，土壤中分离到真菌的属最多，数量也很丰富。而下部(1500m 以下)有村庄分布，近 10 年来，由于人口激增，森林大量被砍伐、放牧和开垦成农田或人工纯林，在植被遭受破坏的同时，也对土壤微生物和土壤养分产生了很大程度的影响，使它们大量减少。随海拔降低，砍伐、放牧等人为活动增强，生境条件越来越不利于土壤真菌的生长。山底部(1210m 以下)的次生林基本上已被砍光，导致水土流失严重，土壤干旱贫瘠，以致使气候发生很大变化。海拔 1000～1210m 处，植被为干热河谷稀树灌丛，年降水量、土壤含水量、有机质和有效氮分别为 825mm、26.6%、1.72%和 56.5mg/kg，故土壤中分离到真菌的属最少，数量也较少。很多土壤真菌因为环境条件的恶化，在这些地区绝迹了，仅留下一些能耐受干旱贫瘠等恶劣环境条件的属生存，如青霉属、曲霉属、毛霉属等，这 3 个属分离到的菌株数之和占真菌总菌株数的比例是：海拔 1630m 为 50%，海拔 1400m 为 68.4%，海拔 1210m 为 73.7%，海拔 1000m 为 88.2%，呈递增趋势。

高黎贡山海拔 2000m 左右的原生林下土壤中有丰富的真菌资源，而下半部的人为干扰在使森林植被遭受破坏的同时，也对土壤真菌资源和土壤养分产生了很大程度的影响，使它们大量减少。应对高黎贡山的森林和生物资源妥为管理和保护，避免这一状况的进一步恶化。

主要参考文献

傅绍铭，黄大华. 1985. 高黎贡山降水分布及其成因分析. 气象，11(3)：14～17

黄大华，傅绍铭. 1985. 高黎贡山地气温的分布特征. 气象，11(11)：18 ～21

魏景超. 1979. 真菌鉴定手册. 上海：上海科学技术出版社

许坤一，杨丽源，陈有为等. 1987. 哀牢山旱季常绿阔叶林下土壤真菌分布的初步调查. 见：中国科学院昆明分院生态研究室，云南哀牢山森林生态系统研究. 昆明：云南科学技术出版社. 351～368

中国科学院南京土壤研究所微生物室. 1985. 土壤微生物研究法. 北京：科学出版社

中国科学院微生物研究所. 1973. 常见与常用真菌. 北京：科学出版社

Composition and Ecological Distribution of the Soil Fungi in Gaoligong Mountains Nature Reserve

ZHANG Ping[1]　DAO Zhi-ling[2]　GUO Hui-jun[3]　LONG Bi-yun[1]

(1 Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

(2 Kunming Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

(3 Kunming Branch, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650022)

Abstract　This paper reports the composition and ecological distribution of soil fungi in the Gaoligong Mountains State Nature Reserve in Yunnan Province. Twenty-

eight genera belonging to 3 classes, 6 orders, and 11 families are founded in the region. The predominant families are Moniliaceae (11 genera, 37.9% of the total genera) and Dematiaceae (5 genera, 17.2%). All the specimens are deposited in Microorganism Ecology Laboratory of at the Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese Academy of Sciences, Kunming. The number of genera of the soil fungi is the highest in original forests at elevation of about 2000m above sea level, lower in original forests at high elevation, and the lowest in the secondary forests at low elevation. The pattern of fungal quantity is similar to that of generic number.

Key words Gaoligong Mountains, Soil fungi, List, Ecological distribution

高黎贡山不同土地利用方式对土壤微生物数量和多样性的影响*

张　萍[1]　刀志灵[2]　郭辉军[3]　龙碧云[1]

（1 中国科学院西双版纳热带植物园，昆明　650223）

（2 中国科学院昆明植物研究所，昆明　650204）

（3 中国科学院昆明分院，昆明　650022）

摘　要　测定了高黎贡山不同利用方式土壤中微生物的数量、小型真菌的多样性和属的分布，分析了上述指标在不同利用方式土壤中的分布与人为干扰和环境因素之间的相互关系。结果表明：微生物数量和真菌的多样性在不同利用方式土壤中的分布是，原生林、次生林、幼杉木纯林；耕作通常使条件更有利于土壤微生物生长繁殖，成熟人工纯林和旱地的土壤微生物数量及真菌多样性均较高；在五类利用方式中，土壤微生物数量及真菌多样性以原生林最高，荒地最低。

关键词　利用方式，土壤微生物，数量和多样性，人为干扰，高黎贡山

分类号　Q 938.1

高黎贡山位于滇西北中缅边境地区。由于其多种多样的森林类型、生物资源、人文景观和地理景观，早已引起世界性的广泛关注。高黎贡山山体宏大，上半部是国家级自然保护区，分布着多种类型的原生植被和丰富的生物资源；下部从 1500m 开始有村庄分布，近 10 年来，由于人口激增，森林大量被砍伐、放牧或开垦成农田或人工纯林，有的土地则退化成荒草坡；山底部的次生林基本上已被砍光，同时，也对自然保护区森林和生物资源产生了很大的威胁。森林与生物资源的不当管理，随着人口增长，导致土地资源退化，自然灾害频繁，大量具有较高生物多样性的森林资源为单一农作物或单一经济作物或纯林所替代，这种状况严重地影响着农村的持续发展；森林资源的合理利用，生物多样性的保护，农村种植业、林业的发展，已成为一个社会持续发展的问题，并引起了国内外学者的广泛关注。

土壤微生物积极参与生态系统的物质循环和能量流动，其生命活动直接影响生态系统的结构和功能，而土壤微生物的生长繁殖又受到人类活动的严重影响。我们研究了高黎贡山不同土地利用方式对土壤微生物数量和多样性的影响，为探讨森林资源的合理利用、生物多样性保护与社会协调持续发展的有效途径奠定基础。

1　材料与方法

1.1　采样

研究地点位于云南省西北部保山地区境内，在高黎贡山东坡中下部，选择不同土地

* 本文 1999 年发表于《云南植物研究》，（增刊 XI）：84～90。

利用方式，于1995年8～9月采用混合取样法采集表层土壤（0～20cm）。供试土壤的基本情况见表1。利用方式包括原生林、次生林、人工纯林、旱地和荒地五大类。其中，原生林代表土壤的原始利用状况，次生林代表原生林被砍伐、放牧的林地利用状况，荒地代表林地破坏后状况，人工纯林和旱地代表林地垦殖为农用的两种重要利用方式。

表1　供试土壤的利用状况及基本性质

土地利用情况	土样编号	海拔/m	林型	枯落物量/(kg/m²)	土壤含水量/%	有机质/%	有效氮/(mg/kg)
原生林	1	2200	常绿阔叶林	1.61	106.7	16.59	537.3
原生林	2	1990	常绿阔叶林	1.29	72.4	19.38	442.8
原生林	3	1880	常绿阔叶林	0.85	70.5	14.48	335.0
次生林	4	1820	常绿阔叶林	0.78	55.2	6.79	189.0
次生林	5	1630	常绿阔叶林	0.57	31.8	2.54	113.0
次生林	6	1400	常绿阔叶林	0.92	46.4	3.14	124.3
人工纯林	7	1400	5～6龄杉木林	0	30.3	2.11	84.0
人工纯林	8	1380	60龄核桃林	0	28.2	4.57	211.2
人工纯林	9	1770	60龄板栗林	0	48.9	6.01	256.6
旱地	10	1290	玉米地	0	26.5	1.86	97.3
荒地	11	1300	荒草	0	21.2	1.72	98.0

1.2　土壤微生物的数量测定

细菌、真菌、放线菌的数量测定采用常规测定方法（中国科学院南京土壤所　1985）。

1.3　土壤小型真菌的分离鉴定

参照中国科学院微生物所（1973）及魏景超（1979）。

1.4　土壤小型真菌多样性指数的测度

物种多样性的研究方法和测度指数比较多，本文根据土壤真菌和各测度指数的特点及取样数据的类型，选择应用了Shannon-Wiener指数（H'）和Simpson指数（D）（Pielou　1975）。

$$H' = -\sum P_i \cdot \ln P_i \tag{1}$$

$$D = 1 - \sum P_i^2 \tag{2}$$

以上（1）和（2）式中P_i是第i个属的多度比例，可以用$P_i = n_i/N$求出；n_i是第i个属的菌株数；$N = \sum n_i$，为全部属的菌株数之和。

以上两种多样性指数在动植物群落研究中通常以种为测度单位，但由于研究方法方面的困难，以属和科等较高分类阶元为多样性的测度单位也能反映一个特定群落的物种多样性特征（于登攀等　1996）。同时，群落多样性的测度是从动物群落多样性的测度发展起来的，因此，其测度指标多为个体数目。在植物个体数目计数困难的草甸植物

群落中，用盖度、生物量以及重要值等作为测度指标计算群落多样性指数，优于以株数作为测度指标计算的结果（马克平等　1995）；且动物群落也有以群体数作为测度指标计算多样性指数的报道（于登攀等　1996）。迄今为止，人们试图选择易于取得的指标进行多样性指数的计算。在土壤微生物研究中，由于分离鉴定的困难，土壤真菌群落多鉴定到属。本文应用以上公式，根据微生物的特点，以菌株数为计算依据，测度了土壤真菌属级的多样性指数。

2　结果与讨论

2.1　土壤微生物的数量

土壤微生物的数量受利用方式的影响，由表 2 可见，从原生林、次生林、幼杉木（*Cunninghamia lanceolata*）纯林，土壤微生物数量降低；核桃（*Juglans regia*）林、板栗（*Castanea mallissima*）林和旱地的土壤微生物数量较高。在五类利用方式中，土壤微生物数量以原生林最高，荒地最低。

微生物数量在不同利用方式土壤中的分布与土壤有机质含量有关，相关分析表明，除旱地因耕作频繁，耕作对土壤微生物影响较大外，微生物总数（M）与有机质含量（OM）之间呈极显著的正相关关系：

$$OM=0.7664e^{0.0041M}\qquad R=0.8757\qquad n=10\text{（旱地除外）}$$

这表明，土壤有机质含量是影响土壤微生物数量的重要因素。微生物主要以植物残体为营养源，土壤有机质含量的差异必然导致微生物在土壤中分布的不均一性。原生林被砍伐为次生林后，土壤有机质含量显著下降，林地被开垦或破坏后，有机质含量进一步降低，而核桃林和板栗林每年都要烧毁枯落物（相当于施肥）的管理方式又使有机质含量增加，不同利用方式土壤有机质平均含量依次为：原生林 16.82%（$n=3$）、次生林 4.16%（$n=3$）、幼杉木林 2.11%、旱地 1.86%、荒地 1.72%、核桃林和板栗林 5.29%。

表 2　各类群土壤微生物在不同利用方式土壤中的数量（单位：$\times10^4$ 个/g 干土）

利用方式	土样编号	细菌	真菌	放线菌	微生物总数
原生林	1	614.7	11.4	23.2	649.3
原生林	2	689.6	23.7	112.1	825.4
原生林	3	464.2	20.9	80.9	566.0
次生林	4	353.3	27.2	79.2	459.7
次生林	5	332.7	12.5	94.5	439.7
次生林	6	318.4	16.8	41.4	376.6
人工纯林	7	245.8	16.9	24.6	287.3
人工纯林	8	461.5	5.8	128.6	595.9
人工纯林	9	366.8	8.2	44.6	419.6
旱地	10	505.7	10.1	87.7	603.5
荒地	11	146.2	3.5	21.2	170.9

适宜植物生长的良好的土壤结构主要依赖于直径为 1～10mm 的水稳定性团聚体，而土壤微生物和有机质在团聚体的形成过程中起重要作用（埃塞林顿　1989），有机物质为微生物的生长提供营养源，而细菌的黏液和胶质以及真菌、放线菌的菌丝则能稳定

团粒。但是，土壤微生物的生长和有机质含量受到人类活动的严重影响，并与植物群落类型有关。不同人为干扰方式和强度形成了不同的生境和植被类型，不同植物群落的种类组成、结构不同，所形成枯落物的量和营养成分存在一定差异，从而影响土壤微生物的生长和有机质含量。原生林为常绿阔叶林，枯落物易于被分解且量较大，加之土壤水热条件较适宜（表 1），所以土壤微生物数量最丰富，土壤也较肥沃。砍伐、放牧使次生林的植被遭受破坏，枯落物量减少，土壤含水量降低，土壤微生物数量和肥力降低。植被完全砍烧后，土壤微生物数量和肥力状况有一个退化和恢复的过程，砍烧后 5 年，土壤微生物数量和肥力状况已降至较低水平（张萍　1996），次生林完全砍烧种杉木 5～6年，加之杉木的枯落物不易被土壤微生物和土壤动物分解，故幼杉木纯林的土壤微生物数量和肥力仅比荒地略高。耕作通常使条件更有利于土壤微生物生长繁殖，如耕地的犁翻，核桃林和板栗林每年都要烧毁枯落物（相当于施肥）等，从而使成熟人工纯林和旱地的土壤微生物数量较高。

研究表明，土壤微生物和土壤结构主要受有机质的影响，林地被开垦或破坏后，有机质补充减少或分解减慢，加之水热条件的改变，是导致土壤微生物数量降低和团聚体稳定性下降的重要原因。因此，若能增加有机质的投入，改善环境条件（如实施混农林系统），将减少对土壤微生物的破坏，增加土壤微生物和水稳定性团聚体的数量，控制土壤结构的稳定性，从而有利于植被的生长。耕作通常使土壤微生物数量增加，有关原理仍未完全清楚（亚历山大　1983）。

2.2　土壤小型真菌的多样性

不同利用方式土壤真菌的多样性和属的分布有很大的差别，从表 3 可见，Simpson 指数和 Shannon-Wiener 指数反映出基本一致的趋势。原生林的多样性指数较高，从原生林、次生林、幼杉木纯林，多样性指数呈降低趋势；成熟人工纯林和耕地的多样性指数有所回升；在五类利用方式中，荒地的多样性指数最低。土壤小型真菌多样性指数的测度结果与土壤微生物数量的测定结果基本是一致的。从属的分布来看，原生林分离到的属最多，平均分离到 12 个属 22.7 株菌；其次为次生林，平均分离到 9.7 个属 22.3 株菌；成熟人工纯林和耕地平均分离到 7.0 个属 12.3 株菌，为第三；荒地分离到的属最少，为 5.0 个属 14.0 株菌。

表 3　利用方式对土壤真菌多样性的影响

利用方式	土样编号	属数	菌株数	Simpson 指数	Shannon-Wiener 指数
原生林	1	12	20	0.890	2.346
原生林	2	12	24	0.726	1.878
原生林	3	12	24	0.726	1.878
次生林	4	11	24	0.722	1.820
次生林	5	11	24	0.722	1.820
次生林	6	7	19	0.576	1.302
人工纯林	7	8	25	0.569	1.334
人工纯林	8	7	12	0.708	1.589
人工纯林	9	7	12	0.708	1.589
旱地	10	7	13	0.734	1.631
荒地	11	5	14	0.543	1.222

Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数的梯度变化可在一定程度上间接说明生境条件的差异。一般而言，生境条件越适宜，多样性就越高，也就是说，群落的多样性指数可用来衡量其环境的优劣。原生林下土壤真菌两个多样性指数均较高，说明其生境条件适宜于大多数土壤真菌的生长。次生林的植被遭受破坏、枯落物量减少，土壤含水量和养分含量降低（表 1），多样性指数降低。次生林被垦殖为纯林的初期，土壤真菌多样性指数会降低，但耕作使多样性指数有所回升。荒地是林地破坏后土壤退化的结果，其地表裸露，土壤板结，水土流失严重，土壤贫瘠，小气候变得干热，很多小型真菌因为环境条件的恶化绝迹了，仅留下一些能耐受干旱贫瘠等恶劣环境条件的物种生存，如青霉属（*Penicillium*）、曲霉属（*Aspergillus*）、毛霉属（*Mucor*）等，这 3 个属分离到的菌株数之和占总菌株数的比例是，原生林 40％、次生林 56.1％、幼杉木纯林 64.0％、荒地 85.7％，呈递增趋势。荒地的生境条件不利于大多数土壤真菌的生长，所以多样性指数最低。

土壤微生物数量、真菌多样性及属的分布，在高黎贡山东坡不同利用方式土壤中的变化趋势基本是一致的。高黎贡山上半部的原生林为其周围生存的 22 万人口提供了丰富的自然资源，而人为干扰、砍伐、放牧和单一种植在使森林植被遭受破坏的同时，也对土壤微生物和土壤养分状况产生了很大程度的影响。应对高黎贡山的森林和生物资源妥为管理和保护，采取切实措施（如实施混农林系统），避免这一状况的进一步恶化。

主要参考文献

埃塞林顿 J R. 1989. 环境与植物生态学. 曲仲湘等译. 北京：科学出版社

马克平，黄建辉，于顺利等. 1995. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究. 生态学报，15(3)：268～277

魏景超. 1979. 真菌鉴定手册. 上海：上海科学技术出版社

亚历山大 M. 1983. 土壤微生物学导论. 广西农学院农业微生物学教研组译. 北京：科学出版社

于登攀，邹仁林. 1996. 鹿回头岸礁造礁石珊瑚物种多样性的研究. 生态学报，16(5)：469～475

张萍. 1996. 刀耕火种对土壤微生物和土壤肥力的影响. 生态学杂志，15(3)：64～67

中国科学院南京土壤研究所微生物室. 1985. 土壤微生物研究法. 北京：科学出版社

中国科学院微生物研究所. 1973. 常见与常用真菌. 北京：科学出版社

Influence of Land Use on Numbers and Diversity of Soil Microorganisms in Gaoligong Mountains

ZHANG Ping[1] DAO Zhi-ling[2] GUO Hui-jun[3] LONG Bi-yun[1]

(1 Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

(2 Kunming Institute of Botany, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204)

(3 Kunming Branch, The Chinese Academy of Sciences, Kunming 650022)

Abstract In this paper microbial quantity, diversity, and generic distribution in soils of different land uses in the Gaoligong Mountains are determined. The relationship

between their distribution in soils of different land uses with human disturbance and environmental elements is also analyzed. The results indicate that the soil microbial quantity and fungal diversity decreases from original forests, secondary forests to young Cunninghamia lanceolata plantations. Cultivation is usually favorable to soil microbial growth and reproduction. Both soil microbial quantity and fungal diversity are higher in mature artificial plantations and upland fields; soil microbial quantity and fungal diversity are the highest in original forests and the lowest in degraded lands among all land use types.

Key words Land use, Soil microbe, Quantity and diversity, Artificial disturbance, Gaoligong Mountains

高黎贡山自然保护区土壤真菌资料调查名录初报*

张　萍[1]　郭辉军[2]　刀志灵[3]

(1 中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部，昆明　650223)

(2 中国科学院昆明分院)

(3 中国科学院昆明植物研究所)

摘　要　报道在高黎贡山自然保护区调查所发现的各类土壤真菌资源情况，共发现土壤真菌 28 个属。分隶于 3 纲 6 目 11 科，其中以丛梗孢科占绝对优势，有 11 个属占总属数的 37.9%，暗梗孢科有 5 个属占总属数的 17.2%，为次优势类群。有关菌种保存在中国科学院西双版纳热带植物园微生物生态学实验室内。

关键词　高黎贡山，自然保护区，土壤真菌，名录

高黎贡山位于滇西北中缅边境的横断山地区。由于其多种多样的森林类型、生物资源早已引起世界性的广泛关注，同时，被认为是世界植物与动物起源与分化的关键地区，是具有国际意义的生物多样性分布中心，并已于 1983 年被确定为国家级自然保护区。由于其特殊的地质历史和地理位置，以及南北走向的高山峡谷，成为东南、西北植物与动物交汇地带和第四纪冰期的动植物避难所。在高黎贡山自然保护区 1.2×10^5 hm^2 面积内，已知 1700 种植物，347 种鸟类，117 种兽类，844 种昆虫，其中有 58 种植物，81 种动物列入国家级保护动植物，这在全国是罕见的，然而，这仅仅是高黎贡山自然保护区丰富的生物资源的一部分，尤其是微生物资源的调查尚未报道。

高黎贡山山体宏大，气势雄伟，上半部（3500～1880m）的原生植被保存较好，生物资源十分丰富；而下部（1500m 以下）有村庄分布，近 10 年来，由于人口激增，森林大量被砍伐、放牧和开垦农田或人工纯林，山底部的次生林基本上已被砍光。同时，也对自然保护区森林和生物资源产生了很大的威胁。如何加强高黎贡山森林资源管理和生物多样性保护，减轻对自然保护区的压力，已成为一个亟待解决的课题，并引起了国内外学者的广泛关注。

真菌是自然生态系统中有机物的主要分解者，同时有不少为有利于植物生长的菌根菌或对植物有害的病原菌，部分还有一定的经济意义，种类相当丰富。从 1995 年起，对高黎贡山的森林类型和生物资源进行了 3 年的调查研究，力图为高黎贡山森林资源管理与生物多样性保护提供科学依据，本文是土壤真菌资源调查的部分结果，关于这方面的工作尚未见报道。

1　材料与研究方法

采集高黎贡山自然保护区不同植被类型下的土样共 22 份，采用马丁培养基平板表

* 本文 1998 年发表于《生态科学》，17(2)：111～113。

面涂抹法分离鉴定土壤小型真菌，得到了初步的高黎贡山自然保护区土壤真菌的科属名录。

2 结果

共得到土壤真菌 28 属，分隶于 3 纲 6 目 11 科，比从哀牢山分离到的种类丰富。其中以丛梗孢科占绝对优势，有 11 个属占总属数的 37.9%；暗梗孢科有 5 个属占总属数的 17.2%为次优势类群；第 3 为内孢霉科有 3 个属占总属数的 10.4%；第 4 位为毛霉科有 2 个属占总属数的 6.9%；其余各科均是每科有 1 个属各占总属数的 3.4%。

半知菌类 Fungi Imperfecti
丛梗孢目 Moniliales
丛梗孢科 Moniliaceae
1. 青霉属 *Pcnicillium*
2. 木霉属 *Trichoderma*
3. 拟青霉属 *Paeciloftyces*
4. 球孢霉属 *Coccospora*
5. 曲霉属 *Aspergillus*
6. 单端孢霉属 *Didymopsis*
7. 聚端孢霉属 *Trichothscium*
8. 短链孢霉属 *Selemotila*
9. 简梗孢霉属 *Chromnosparium*
10. 头孢霉属 *Cephalosporium*
11. 轮枝霉属 *Verticillium*
暗梗孢科 Deraatiaceae
12. 单孢枝霉属 *Hormododendrum*
13. 假黑粉霉属 *Coniosporium*
14. 黑蕊花霉属 *Periconia*
15. 结实串孢霉属 *Hormiscium*
16. 单头孢霉属 *Monotospora*
瘤痤孢科 Tuberculariaceae
17. 镰刀菌属 *Fusarium*
无孢菌群 Mycelia Sterilla
藻菌纲 Phycomycetes
毛霉目 Mucorales
内囊霉科 Endogonaceae
18. 内囊霉属 *Endogone*
小克银汉霉科 Cumminghamellaceae
19. 小克银汉霉属 *Cunninghamella*
被孢霉科 Mortierellaceae
20. 单囊霉属 *Haplosporangium*
毛霉科 Mucoraceae
21. 犁头霉属 *Abddia*
22. 毛霉属 *Mucor*
子囊菌纲 Ascomycetes
曲霉目 Eurotiales
头囊菌科 Cephalothecaceae
23. 头囊菌属 *Cephalotheca*
酵母目 Endomycetales
内孢霉科 Endomycetaceae
24. 单囊菌属 *Eremascus*
25. 拟内孢霉属 *Endomycopsis*
26. 头囊霉属 *Ascocybe*
酱霉科 Ascoideaceas
27. 酱霉属 *Ascoidea*
球壳菌目 Sphaeriales
毛壳菌科 Chaetomiaceae
28. 毛壳菌属 *Chaetomium*

显然，这仅仅是高黎贡山自然保护区土壤真菌资源中极少的一部分，整个高黎贡山丰富的真菌资源有待进一步调查，尤其是那些与植物共生的菌根真菌、类群繁多的担子菌，以及森林凋落物分解微生物的多样性及生态学意义的研究，将是很有意义的。

主要参考文献

魏景超. 1979. 真菌鉴定手册. 上海：上海科学技术出版社
中国科学院昆明分院生态研究室. 1987. 云南哀牢山森林生态系统研究. 昆明：云南科学技术出版社. 351～368

中国科学院南京土壤研究所微生物室. 1985. 土壤微生物研究法. 北京：科学出版社
中国科学院微生物研究所. 1973. 常见与常用真菌. 北京：科学出版社

A Primary List of Soil Fungi from Gaoligong Mountains Nature Reserve

ZHANG Ping[1] GUO Hui-jun[2] DAO Zhi-ling[3]

(1 Tropical Botanic Garden of Xishuangbanna, Chinese Academy of Science, Kunming 650223)

(2 Kunming Branch Chinese Academy of Science)

(3 Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Science)

Abstract This paper reports the soil fungi from national Gaoligong Mountains nature reserve in Yunnan Province. All 28 genera are listed, they are belonging to 3 classes, 6 orders, 11 families. The predominant fungi are Moniliaceae belonging to 11 genera with a proportion of 37.9% in all genera, and the second are 5 genera of Dematiaceae with a proportion of 17.2% in all genera.

Key words Gaoligong Mountains, Nature reserve, Soil fungi, List

高黎贡山土壤微生物生态分布及其生化特性的研究*

张　萍[1]　郭辉军[2]　杨世雄[2]　刀志灵[2]

(1 中国科学院昆明生态研究所，昆明 650223)

(2 中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204)

摘　要　研究了高黎贡山东坡不同海拔高度的自然林、不同海拔高度和人为干扰强度的集体林、不同权属森林和不同土地利用类型土壤微生物数量及某些生化特性。结果表明，在高黎贡山上半部，自然林随海拔降低、土壤微生物数量及活性升高。而下半部，集体林随海拔降低，人为干扰强度和频率增加土壤微生物数量和活性降低；森林权属从国有-集体-个人，土壤微生物数量及活性降低；森林被纯林替代后，土壤微生物数量及活性迅速降低，但耕作通常更有利于微生物繁殖。高黎贡山中部（海拔 2000m 左右）的自然植被下土壤微生物含量丰富且活性较高，但海拔高气温低不利于土壤微生物生长繁殖及进行生物化学变化。另一方面，森林植被的过分砍伐和利用也使土壤微生物数量和活性降至较低水平。

关键词　自然林，集体林，土壤微生物，纯林，高黎贡山

1　引言

高黎贡山位于滇西北中缅边境的横断山地区（98°34′～98°50′E，24°56′～26°09′N），是具有国际意义的生物多样性分布中心，其中上部已于 1983 年被确定为国家级自然保护区。在高黎贡山东坡，怒江峡谷海拔 764m（气候干燥炎热），顶部海拔 3100m（年均气温 12℃左右，气候恶劣），相对高差达 2340m，形成了明显的生物、气候垂直带谱。分布着多种植被类型。在这个海拔范围内，高黎贡山上半部（1880m 以上）人为干扰较小，森林植被保存较好，形成自然植被的垂直地带。而下半部有村庄分布，由于人的活动及农村政策，形成了不同海拔和人为干扰的集体林，不同权属森林及不同土地利用类型的土壤。关于高黎贡山土壤微生物方面的研究工作尚未见报道，本文研究了高黎贡山的土壤微生物生态分布和生化特性，力图为高黎贡山森林资源管理与保护提供科学依据。

2　材料与方法

2.1　供试土样

供试土样采自高黎贡山东坡从海拔 760m 的怒江江心半岛至山顶海拔 3100m 的广大地区。采用混合采样法，即在同一块样地内，按梅花形挖 5 穴采土混匀为一土样，共得土样 19 份，分属于：①不同海拔高度的自然林土壤；②不同海拔高度和人为干扰强度

* 本文 1999 年发表于《应用生态学报》，10(1)：74～78。

的集体林土壤；③不同权属的森林土壤；④不同土地利用类型的土壤。根据不同样地的枯落物状况，在统一的综合研究标准地内，按不同深度采取土样，除去石粒及须根，塑料袋包装，带回室内5℃保存进行各项测定。供试土壤的基本情况列于表1中11号样地，板栗（*Castanea mollissima*）纯林、核桃（*Juglans regia*）纯林和玉米（*Zea mays*）旱地坡度为12°左右，其余样地的坡度为30°左右。

表1　不同林地土壤的基本情况

土样编号	采样地点	海拔高度/m	植被类型	采样深度/cm	枯枝落叶层			土壤含水量/%
					A_{00}层风干重/（kg/m²）	盖度/%	厚度/cm	
I2	大坪子	1880	常绿阔叶林	5～15	0.85	95	4	70.5
7	旧街	1990	常绿阔叶林	10～20	1.29	100	8	72.4
6	洋火塘岭	2200	常绿阔叶林	8～20	1.61	100	6	106.7
13	只站岭岗	2410	常绿阔叶林	15～30	1.69	100	10～20	104.3
12	挖断龙	2560	针叶林	15～25	2.97	100	12	116.0
15	门来树	2830	针叶林	10～20	1.20	80～100	8～12	55.9
14	斋公房	3100	高山灌丛草甸	5～15		—	—	81.0
II3	小埔子岭岗	1820	常绿阔叶林	5～15	0.78	95	4～7	55.2
4	马路弯头	1630	常绿阔叶林	5～15	0.57	85	1.5	31.8
5	凡凤山	1400	常绿阔叶林	5～15	0.92	100	3	46.4
9	芒晃	1210	常绿阔叶林	5～15	0.24	0～20	0～1	27.9
10	香树地坡	1000	干热河谷稀树灌丛	5～15	0	0	0	25.4
11	江心岛龙潭	760	常绿阔叶林	5～15	0.22	100	1	14.6
III2 国有林	大坪子	1880	常绿阔叶林	5～15	0.85	95	4	70.5
1（争议）	马鞍山上面	1810	常绿阔叶林	8～20	1.36	100	6～8	55.2
3(集体林)	小埔子岭岗	1820	常绿阔叶林	8～20	0.78	95	4～7	55.2
8(自留山)	古新寨	1390	常绿阔叶林	5～15	1.65	95	2～3	42.0
IV17	大鱼塘	1400	幼杉木纯林(5～6年)	5～15		极少		30.3
16	大白坟	1770	板栗纯林	5～15		极少		48.9
I8	老蒙寨	1380	核桃纯林	5～15		极少		28.2
19	黄家山桃源队	1290	玉米旱地	5～15		极少		26.5

注：I. 自然林；II 集体林；III 不同权属；IV 土壤利用。下同。

2.2　土壤微生物测定

细菌数：肉膏蛋白胨琼脂平板表面涂抹法。真菌数：马丁（Martin）培养基平板表面涂抹法。放线菌数：高泽一号合成培养基平板表面涂抹法。纤维素分解菌数：赫奇逊氏（Hutchinson）培养基平板表面加滤纸注入土壤悬液法。

固氮作用采用土壤培养测全氮法，计算土壤中N的增加量，呼吸作用采用碱吸收滴定法，计算CO_2释放量；纤维素分解强度采用埋布片法分析布条失重量。

3 结果与讨论

3.1 高黎贡山土壤微生物的数量分布

3.1.1 自然植被土壤微生物的数量分布

由表 2 可见，较低海拔的自然植被各类微生物数量最丰富，随海拔升高（2410～3100m），植被从常绿阔叶林，针叶林，高山灌丛草甸，各类微生物的数量降低，其中，针叶林的放线菌数量较高。在各类微生物中，细菌所占比例最大（82%～99.3%），其次是放线菌，第三为真菌。高山灌丛草甸土壤微生物主要由细菌组成，放线菌和真菌数量很低。

表 2 不同林地土壤微生物的数量分布（$\times10^4$ 个/g 干土）

土样编号	海拔高度/m	植被类型	细菌		真菌		放线菌		微生物总数	纤维素分解菌（$\times10^4$ 个/g 干土）
			数量	占微生物总数/%	数量	占微生物总数/%	数量	占微生物总数/%		
2	1880	常绿阔叶林	464.2	82.0	20.9	3.7	80.9	14.3	566.0	2.30
7	1990	常绿阔叶林	689.6	83.5	23.7	2.9	112.1	13.6	825.4	0.95
6	2200	常绿阔叶林	614.7	94.7	11.4	1.8	23.2	3.6	649.3	2.89
13	2410	常绿阔叶林	143.2	88.1	16.4	10.1	2.9	1.8	162.5	0.21
12	2560	针叶林	226.8	88.7	15.1	5.9	13.8	5.4	255.7	0.32
15	2830	针叶林	234.0	94.0	1.4	0.6	13.5	5.4	248.9	1.01
14	3100	高山灌丛草甸	244.5	99.3	0.6	0.2	1.1	0.5	246.2	0.54
3	1820	常绿阔叶林	353.3	76.9	27.2	5.9	79.2	17.2	459.7	1.43
4	1630	常绿阔叶林	332.7	75.7	12.5	2.8	94.5	21.5	439.7	1.98
5	1400	常绿阔叶林	318.4	84.5	16.8	4.5	41.4	11.0	376.6	0.66
9	1210	常绿阔叶林	262.2	75.4	8.9	2.6	76.7	22.1	374.8	1.41
10	1000	干热河谷稀树灌丛	219.6	68.1	2.6	0.8	100.4	31.1	322.6	1.26
11	760	常绿阔叶林	360.8	57.8	25.4	4.1	237.7	38.1	623.9	2.01
2(国有林)	1880	常绿阔叶林	464.2	81.6	23.9	4.2	60.9	14.2	569.0	2.3
1(争议)	1810	常绿阔叶林	493.0	84.1	28.7	4.9	64.8	11.0	586.5	7.1
3(集体林)	1820	常绿阔叶林	353.3	77.9	20.9	4.6	79.2	17.5	453.4	1.4
8(自留山)	1390	常绿阔叶林	333.8	87.6	15.3	4.0	31.9	8.4	381.0	2.3
17	1400	幼杉木纯林	245.8	85.6	16.9	5.9	24.6	8.6	287.3	2.2
16	1770	板栗纯林	366.8	87.4	8.2	2.0	44.5	10.6	419.6	2.8
18	1380	核桃纯林	416.5	77.4	5.8	1.0	128.6	21.6	595.5	2.8
19	1290	玉米旱地	505.7	83.8	10.1	1.7	87.7	14.5	603.5	3.8

注：只统计细菌和真菌。

3.1.2　不同集体林土壤微生物的数量分布

除处于江心半岛的 11 号样地外，集体林的土壤微生物数量均低于较低海拔的自然林，同时又高于较高海拔的自然林，与自然林相比，集体林细菌占微生物总数的比例较低，多在 70%左右，真菌数量相差不大，放线菌数量较高，在微生物总数中所占比例也较大。随海拔降低，植被从常绿阔叶林→干热河谷稀树灌丛，集体林的细菌和真菌数量降低，而放线菌数量升高。

3.1.3　不同权属森林和不同土地利用类型土壤微生物的数量分布

由表 2 可见，从国有林→集体林→自留山→幼杉木（*Cunninghamia lanceolata*）纯林，各类微生物数量降低，处于国有林与集体林之间的有争议部分土壤微生物数量稍高。在 4 种不同土地利用类型中，幼杉木纯林的土壤微生物数量较低，其余 3 种都较高. 放线菌数量以核桃纯林较高。

高黎贡山土壤微生物的数量分布与各类微生物的生物学特性及生态环境有关，高黎贡山的气候和植被垂直分布明显，从怒江峡谷到山顶部，包括从热带到亚热带到温带等气候类型。在自然条件下，微生物数量随着由冷到温暖的气候环境而增加，所以高黎贡山自然植被随海拔降低，微生物数量增加；同时，人类活动是干扰源，低水平干扰可增加微生物数量和种类，表现为有争议部分土壤微生物数量稍高，但是随着人为干扰频率和强度的增加，又使微生物数量和种类降低，表现为从国有林→集体林→自留山→幼杉木纯林，随着森林所有权从国家所有→集体所有（队有）→个人所有，砍伐越来越严重，最后全部砍烧后种上杉木，各类微生物数量降低。同样，高黎贡山下半部随海拔降低，气候变热，在自然条件下，微生物数量应增加，而实际情况是，高黎贡山下半部有村社分布，随海拔降低村落越多且越接近公路，即人为干扰频率和强度增加，表现为集体林随海拔降低微生物数量降低。处于江心半岛的 11 号样地，由于地理位置特殊，人为干扰相对较小，微生物数量就比较高。

4 种不同土地利用类型的土壤微生物数量分布不同，植被完全砍烧后，土壤微生物状况有一个退化和恢复过程，烧后 5 年，土壤微生物数量已降至较低水平。耕作通常使条件更有利于微生物繁殖，如玉米旱地犁翻，板栗林每年都要烧毁枯落物（相当于施肥）等，这些都将改良土壤表层的结构、孔隙度、肥力等，从而有利于微生物繁殖，所以 4 种不同土地利用类型中，幼杉木纯林土壤微生物数量较低，其余 3 种都较高。

一般认为，细菌喜欢湿润，能耐受低氧水平；真菌耐干，不能耐受低氧水平；放线菌具有喜热耐旱的特性，其生长慢，参与难分解物质的分解，只有当土壤中各类微生物竞争的压力减少时才出现，由于各类微生物其有不同的生物学特性，高黎贡山各大类群微生物的分布具有各自的特点。由表 2 可见，自然植被细菌占微生物总数的比例大于集体林，高山灌丛草甸土壤微生物主要由细菌组成，放线菌和真菌的数量很低，这与自然植被的土壤含水量及海拔较高（表 1），细菌喜湿能耐受低氧水平，而真菌不能耐受低氧水平，放线菌喜热耐旱等特性有关。集体林所处的海拔低于自然植被，由于海拔的降低和植被的破坏等原因，环境变得干热，喜热耐旱的放线菌大量繁殖，所以集体林放线菌数量较高。在微生物总数中所占比例也较大，且随海拔降低呈增大趋势。针叶林和核

桃纯林的放线菌数量较高（表 2），可能与针叶林凋落物中针叶及核桃林凋落物中含有保存性物质（如单宁）较难分解有关，表现出放线菌参与难分解物质分解的特性

3.2 高黎贡山土壤微生物活性的变化

3.2.1 土壤呼吸作用强度的变化

土壤呼吸作用强度是衡量土壤微生物活性的总指标，而土壤代谢葡萄糖能力可以反映土壤的潜在生物活性，在某种程度上代表土壤降解简单糖类的能力。在有机残体分解过程中，可以根据 CO_2 释放量来判断有机残体的分解速度和强度。

由表 3 可见，高黎贡山土壤呼吸作用和代谢葡萄糖能力的变化与土壤微生物数量变化一致，即自然植被随海拔降低，气温升高，土壤呼吸作用强度和代谢葡萄糖能力增强，而集体林随海拔降低，两指标均降低，这说明在高黎贡山，无论是总的生物活性强度，还是潜在的生物活性强度，都是山中部的自然植被最高，山上部的自然植被和下部的集体林都较低，且随海拔升高或降低均呈降低趋势。从大多数气候地带的温度来看，越温暖越有利于微生物群体的生物化学变化。自然植被土壤微生物活性的变化说明了这一点。而集体林由于人为活动的干扰并不遵循这一规律，集体林土壤微生物活性随海拔降低而降低，在一定程度上反映出随人为干扰强度和频率的增加，土壤微生物群体生物化学变化的速度和强度降低（降解有机残体的速度和强度降低），人的活动通过影响微生物的生长环境如土壤含水量、通气状况、有机物质等因素，从而影响土壤微生物的数量及活性。

不同权属森林和不同土地利用类型的测定结果表明（表 3）。从国有林→争议→集体林→自留山→幼杉木林，土壤呼吸作用和代谢葡萄糖能力明显降低。人工纯林和耕地的土壤呼吸作用和代谢葡萄糖能力都很低，说明森林权属从国有→集体→个人，私有化程度提高，人为干扰增强，土壤总生物活性及潜在生物活性强度降低，土壤降解有机残体的速度和强度降低。土壤总的生物活性及潜在的生物活性强度，在高黎贡山东坡不同自然林和集体林，不同权属森林和不同土地利用类型土壤中，以山底部的集体林和人工纯林及耕地最低。

3.2.2 土壤固氮作用、纤维素分解强度和芽孢杆菌数量的变化

固氮作用的测定结果表明，几乎只是自然植被下的土壤才具有明显的固氮作用，且随海拔升高而降低。从国有林→争议→集体林→自留山，土壤固氮作用强度降低，人工纯林和耕地土壤已测不出明显的固氮作用。已有人研究得出，固氮数值低的原因大概是有效碳源的缺乏，但与湿度、温度低有关，固氮作用所得出的结果与呼吸作用及代谢葡萄糖能力的结果一致。

纤维素是组成植物组织的主要成分，纤维素分解菌对纤维素的分解作用是自然界碳元素循环的基础。芽孢杆菌是一类具有较强氨化作用能力的菌群，其数量变化在一定程度上反映了土壤中有机氮化合物分解过程的强度。高黎贡山不同自然植被和集体林土壤纤维素分解强度和芽孢杆菌数量的变化与固氮作用及呼吸作用的变化基本一致，也是较低海拔的自然林较高，随海拔升高或降低均呈下降趋势。不同权属和不同土地利用类型

表3　不同林地土壤微生物活性强度的变化

土样编号	海拔高度/m	植被类型	固氮作用(mg/100g/干土)	呼吸作用/(CO_2μl/g干土/h)	代谢葡萄糖能力/(CO_2μl/g干土/h)	纤维素分解强度(布条减重量)/(mg/g)	芽孢杆菌数量(×10^4ind·/g干土)
I2	1880	常绿阔叶林	41	77.8	1081.51	330.9	57.1
7	1990	常绿阔叶林	34	188.5	1259.0	403.8	81.5
6	2200	常绿阔叶林	25	84.2	992.9	288.2	68.2
13	2410	常绿阔叶林	13	70.2	872.3	126.5	13.3
12	2560	针叶林	9	45.2	568.7	98.5	18.4
15	2830	针叶林	11	30.1	525.5	195.1	6.8
14	3100	高山灌丛草甸	6	32.3	477.9	149.3	14.5
II3	1820	常绿阔叶林	9	54.5	696.8	309.4	49.6
4	1630	常绿阔叶林	6	44.9	516.7	369.2	57.2
5	1400	常绿阔叶林		33.4	557.6	179.6	52.9
9	1210	常绿阔叶林		16.4	268.7	192.5	24.3
10	1000	干热河谷稀树灌丛	—	11.9	207.7	145.8	10.7
11	760	常绿阔叶林	—	10.9	183.2	492.5	42.3
2(国有林)	1880	常绿阔叶林	41	77.8	1083.5	330.9	57.1
1(争议)	1810	常绿阔叶林	24	71.7	855.9	414.7	45.0
3(集体林)	1820	常绿阔叶林	9	54.5	696.8	309.4	49.6
8(自留山)	1390	常绿阔叶林	—	34.4	574.4	343.3	38.4
17	1400	幼杉木纯林	—	19.9	293.7	296.6	29.8
16	1770	板栗纯林	—	22.5	259.6	381.7	40.9
18	1380	核桃纯林	—	14.1	201.0	332.5	35.9
19	1290	玉米旱地	—	9.6	153.6	420.0	56.9

土壤纤维素分解强度和芽孢杆菌数量的变化与土壤微生物数量的变化相一致，即从国有林→集体林→自留山→幼杉木林，纤维素分解强度及芽孢杆菌数量呈降低趋势；而不同土地利用类型两指标除幼杉木纯林较低外，其余3种较高，这与耕作有关。

4　结语

在高黎贡山东坡不同自然林和集体林，不同权属森林和不同土地利用类型土壤中，土壤微生物活性强度，包括固氮能力，降解葡萄糖、纤维素、有机氮化合物的能力，以及土壤总的生物活性和潜在的生物活性的变化与土壤微生物数量的变化基本一致。自然植被土壤微生物数量及活性随海拔降低而升高，山中部的自然植被下土壤中微生物含量

丰富，物质代谢与转化较快；山顶部的自然植被下土壤中由于温度较低等原因，微生物数量少，物质代谢与转化相对较慢；而山下半部由于人为活动的干扰，植被破坏及气候干热，集体林下土壤中微生物数量及生化活性也较低，且随海拔降低，人为干扰增加，土壤中微生物含量降低，生化活性迅速下降；山底部的集体林，过分的砍伐和利用已使土壤微生物数量和活性降至较低水平，在一定程度上说明，过强的人为干扰不利于土壤微生物生长繁殖及生物化学变化和物质转化，国有林保护较好，土壤中微生物含量丰富，生物活性较高，物质代谢与转化较快；随着森林划归集体和个人，砍伐越来越严重，森林逐步被破坏，自留山样地中已无大树，全部是砍伐后树桩的萌生枝，土壤中微生物数量减少，生物活性下降，物质代谢与转化减慢；林地被纯林替代后，土壤微生物数量及活性迅速降低，耕作通常使条件更有利于微生物繁殖，但纯林及耕地土壤中总的和潜在的生物活性都较低，说明森林过分砍伐和利用不利于土壤微生物生长繁殖及生物化学变化和物质转化，从而影响土壤的物化状况（土壤肥力等）和森林的生产力，导致森林与土地资源退化。

主要参考文献

王献溥，刘玉凯编著．1994．生物多样性理论与实践．北京：中国环境科学出版社

亚历山大 M．1983．土壤微生物学导论．广西农学院农业微生物学教研组译．北京：科学出版社

张萍．1996．刀耕火种对土壤微生物和土壤肥力的影响．生态学杂志，15(3)：64～67

中国科学院南京土壤研究所微生物室．1985．土壤微生物研究法．北京：科学出版社

中国科学院生物多样性委员会．1992．生物多样性译丛．北京：中国科学技术出版社

Ecological distribution and biochemical properties of soil microorganisms in Gaoligong Mountains

ZHANG Ping[1] GUO Hui-jun[2] YANG Shi-xiong[2] DAO Zhi-ling[2]

(1 Institute of Ecology, Academia Sinica, Kunming 650223)

(2 Institute of Botany, Academia Sinica, Kunming 650204)

Abstract This paper studied the quantities and some biochemical properties of soil microorganinsm in natural forests of different elevations, collectively-owned forests representing varying degrees of anthropogenic disturbance and elevations, forests under different tenures, and soils of different landuse types in eastern slope of Gaoligong Mountains. At the upper part of the mountain. The quantities and activities of soil microorganinsm in natural forests increased with decreasing elevation, but at the lower part, those in collectively-owned forests were decreased with decreasing elevation, due to the increasing intensity and frequency of anthropogenic disturbance. The quantities and activities of soil microorganisms declined as the forest tenure varied from state-run to collective and to individual. After natural forests were replaced by pure plantations,

the quantities and activities of soil microorganisms rapidly declined. However, in some cases, soils under cultivation appeared to be favorable to microorganism reproduction. In mid-elevation(about 2000m) natural forest soils, microorganisms were abundant and highly active. High elevation and low temperature was unfavorable to microbial reproduction and biochemical processes. Intensive felling and utilization of forests could also reduce the quantities and activities of soil microorganisms to a lower level.

Key words Natural forests, Collectively-owned forests, Soil microorganism, Pure forest, Gaoligong Mountains

高黎贡山不同土地类型土壤中微生物的生化活性*

张 萍[1] 郭辉军[2] 刀志灵[2] 龙碧云[1]

(1 中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部，云南 昆明 650223)

(2 中国科学院昆明植物研究所，云南 昆明 650204)

摘 要 从高黎贡山不同土地类型土壤的理化特性及微生物特性，探讨了不同土地类型生态因子的变化及其对微生物生长代谢的作用，以及人类活动对微生物的影响。

关键词 土地类型，微生物生长和代谢，生态因子，相关性，人为干扰

中图分类号 Q938.1

文献标识码 A

土壤微生物是陆地生态系统中最活跃的成分，担负着分解动植物残体的重要使命，其生命活动直接影响着系统的生产力。植被生长的好与坏和土壤微生物的生长活动密切相关，而微生物的生长代谢是多维环境因子综合作用的结果。我们研究了高黎贡山不同土地类型的土壤微生物生化活性，力图为高黎贡山森林资源管理和生物多样性保护提供科学依据。

1 材料与方法

研究地点位于云南省西北部保山地区百花岭一带，在高黎贡山东坡中下部，选择不同土地类型，于 1995-08-09 采用混合取样法采集微生物集生的表层土壤（0～20cm）。供试土壤的基本情况见表 1。土地类型包括原生林、次生林、人工纯林、旱地和荒地五大类，其中，原生林代表土地的原始利用状况，次生林代表原生林被砍伐、放牧的林地利用状况，荒地代表林地破坏后状况，人工纯林和旱地代表林地垦殖为农用的两种重要利用方式。

表 1 供试土壤的基本性质

土地类型	海拔/m	植被类型	pH 值	土壤类型	主要植物种类
原生林 1	2200	常绿阔叶林	4.16	黄壤	短刺栲、旱冬瓜、陇川山茶
原生林 2	1990	常绿阔叶林	4.83	黄壤	栓皮栎、佤山栲、红木荷
原生林 3	1880	常绿阔叶林	4.72	黄壤	刺栲、高山栲、红木荷
次生林 1	1820	常绿阔叶林	5.14	黄壤	圆叶米饭花、佤山栲、小叶青冈
次生林 2	1610	常绿阔叶林	5.00	黄红壤	大叶栎、高山栲、红木荷

* 本文 2000 年发表于《山地学报》，18(5)：457～461。

续表

土地类型	海拔/m	植被类型	pH 值	土壤类型	主要植物种类
次生林 3	1400	常绿阔叶林	4.67	红壤	高山栲、红木荷、刺栲
人工纯林 1	1400	5～6 龄杉木林	4.70	红壤	杉木
人工纯林 2	1380	60 龄核桃林	4.80	红壤	核桃
人工纯林 3	1770	60 龄核桃林	4.75	黄红壤	板栗
旱地	1290	玉米地	5.84	红壤	
荒地	1300	荒草	4.84	红壤	

土壤细菌、真菌、放线菌和芽孢杆菌的数量采用稀释平板法测定；固氮作用采用土壤培养测全氮法，计算土壤中氮的增加量，呼吸作用采用碱吸收滴定法，计算 CO_2 释放量；纤维素分解强度采用埋布片法分析布条失重量。土壤理化特征采用常规化学分析法测定。

2 结果

2.1 不同土地类型土壤微生物的分布

微生物数量是衡量微生物生长的一个重要指标；而微生物对碳、氮元素的转化和凋落物的分解能力，是微生物生长代谢能力的反映。我们进行了土壤微生物总数、呼吸作用强度、代谢葡萄糖能力、纤维素分解强度、芽孢杆菌数量和固氮作用强度 6 个方面的测定，结果（表 2）显示了微生物的生长和代谢在不同土地类型土壤中的分布。原生林下土壤微生物的生长和代谢水平最高，从原生林、次生林、幼杉木纯林，土壤微生物的生长减慢，代谢降低；核桃纯林、板栗纯林和旱地，土壤微生物数量较高，但代谢活性都较低；在 5 种利用方式中，土壤微生物的生长和代谢水平以原生林最高，荒地最低。

表 2 微生物在不同土地类型土壤中的分布

土地类型	微生物总数（MT）	呼吸作用强度（R）	代谢葡萄糖能力（GR）	纤维素分解强度（CD）	固氮作用（NF）	芽孢杆菌数量（BN）
原生林 1	649.3	84.2	992.9	288.2	25	68.2
原生林 2	825.4	188.5	1259.0	403.8	34	81.5
原生林 3	566.0	77.8	1083.5	330.9	41	57.1
次生林 1	459.7	54.5	696.8	309.4	9	49.6
次生林 2	439.7	44.9	516.7	369.2	6	57.2
次生林 3	376.6	33.4	557.6	261.5	5	45.6
人工纯林 1	287.3	19.9	293.7	296.6	—	29.8
人工纯林 2	595.9	14.12	201.0	332.5	—	35.9
人工纯林 3	419.6	22.5	259.6	381.7	—	40.9
旱地	603.5	9.6	153.6	280.0	—	56.9
荒地	170.9	6.5	92.5	129.6	—	10.7

注：MT：($\times 10^4$/g 干土)；R：(CO_2 μl/g 干土・h)；GR：(CO_2 μl /g 干土・h)；CD：布条减重(mg/g)；NF：(mg/100g 干土)；BN：($\times 10^4$/g 干土)。

2.2 不同土地类型土壤的理化特征

进行了不同土地类型土壤理化特征的测定，结果见表3。由表3可见，除旱地因耕作频繁，耕作对土壤微生物数量影响较大外，不同土地类型土壤含水量、有机质、有效氮和速效钾的变化与土壤微生物的变化基本一致。原生林下土壤比较肥沃，含水量较高，从原生林→次生林→幼杉木纯林，土壤含水量、有机质、有效氮和速效钾含量显著降低；核桃纯林和板栗纯林，由于每年都要烧毁枯落物，土壤有机质、有效氮和速效钾含量有所回升；在5种土地类型中，土壤含水量、有机质和有效氮以原生林最高，旱地和荒地最低。而速效磷的变化则不同，在不同土地类型土壤中波动，土壤磷含量都很低，该地区属于严重缺磷区，其中以荒地缺磷最严重。速效磷含量最高的旱地，土壤微生物的代谢水平较低，而速效磷含量较低的原生林3样地，土壤微生物数量和代谢活性却较高。

表3 不同土地类型土壤的理化特征

土地类型	枯落物量 /(kg/m^2)	土壤含水量/%	有机质/%	有效氮 /(mg/kg)	速效磷 /(mg/kg)	速效钾 /(mg/kg)
原生林1	1.61	106.7	16.59	537.3	1.8	120.1
原生林2	1.29	72.4	19.38	442.8	1.3	140.6
原生林3	0.85	70.5	14.48	335.0	0.6	119.2
次生林1	0.78	55.2	6.79	189.0	0.9	251.7
次生林2	0.57	31.8	2.54	113.1	1.1	106.2
次生林3	0.92	40.4	3.14	124.3	1.0	81.8
人工纯林1	0	30.3	2.11	84.0	0.6	60.0
人工纯林2	0	28.2	4.57	211.2	0.5	88.2
人工纯林3	0	48.9	6.01	256.6	0.5	144.5
旱地	0	26.5	1.86	97.3	3.3	84.4
荒地	0	21.2	1.72	98.0	0.08	45.4

3 讨论

土壤生态因子是导致土壤微生物数量和生化活性在不同土地类型土壤中变化的重要因素。影响土壤微生物的主要环境因素包括土壤含水量、土壤温度pH、有机物质和无机养料的供应等，其他因素如人类活动、植被、季节和土壤深度的影响是通过主要的决定因素而起作用的。从表4看出，不同土地类型土壤微生物的生长和代谢与各生态因子之间均有不同程度的相关性，其中，与有机质、有效氮之间的相关性最大，除纤维素分解强度外，都达到了极显著的水平；与土壤含水量、速效钾之间的相关性次之，除纤维素分解强度与土壤含水量外，都达到了显著的水平；与速效磷之间也有很大程度的相关性，但并非都达到了统计学上的显著水平。说明影响不同土地类型土壤微生物生长和代谢的主要生态因子依次是有机质、有效氮、土壤含水量、速效钾和速效磷。

表 4　土壤微生物与生态因子之间的相关性（R 值，$n=11$）

微生物	指标土壤含水量	有机质	有效氮	速效磷	速效钾
微生物总数	0.7409**	0.8758**	0.8589**	0.7825**	0.6728*
呼吸作用强度	0.8707**	0.9155**	0.8009**	0.4403	0.6654*
代谢葡萄糖能力	0.8776**	0.9525**	0.8179**	0.4749	0.6503*
纤维素分解强度	0.4773	0.5266	0.4831	0.6187	0.6628
固氮作用	0.9401**	0.9641**	0.9025**	0.4168	0.6488*
芽孢杆菌数量	0.7279**	0.8196**	0.7353**	0.8783**	0.6842*

*为 $\alpha=0.05$ 显著水平；**为 $\alpha=0.01$ 显著水平。

不同土地类型土壤微生物的生长和代谢与土壤养分状况和含水量显著相关，而土壤生态因子的变化受到人类活动的严重影响，并与植物群落类型有关。不同人为干扰方式和强度形成了不同的生境和植被类型，不同植物群落的种类组成、结构不同，所形成枯落物的量和营养成分存在一定差异，微生物主要以植物残体为营养源，枯落物的质和量以及生境条件的差异，必然导致微生物在不同土地类型土壤中分布的不均一性，从而形成不同的土壤养分状况。原生林人为干扰较少，常绿阔叶林发育良好，枯落物营养丰富、易于被分解且量较大（表 1 和表 3）；加之土壤水热条件的适宜，所以土壤微生物的生长和代谢最旺盛，土壤也最肥沃。次生林分布的海拔比原生林低，也更接近村庄和公路，砍伐、放牧等人为干扰使植被遭受破坏，林内小气候也发生很大变化，枯落物量减少，土壤含水量降低，土壤微生物的生长代谢减慢，土壤肥力下降。次生林完全砍烧种杉木、核桃或板栗后，林内环境条件恶化，枯落物量进一步减少，加之杉木、核桃和板栗的枯落物均含有植物保存性物质，不易被土壤微生物和土壤动物分解，故纯林的土壤微生物代谢活性均较低，仅比荒地略高。耕作通常使土壤微生物数量增加，有关原理仍未完全清楚，如耕地的犁翻，核桃林和板栗林每年都要烧毁枯落物（相当于施肥）等，从而使成熟人工纯林和旱地的土壤微生物数量较高，核桃林和板栗林的土壤养分含量有所回升。研究表明，林地被开垦或破坏后，有机残体补充减少或分解减慢，而输出相对较大，加之水热条件的改变，是导致土壤微生物数量、代谢活性以及土壤养分含量下降的重要原因。因此，若能增加有机物质的投入，改善环境条件（如实施混农林系统），将减少对土壤微生物的破坏，增加土壤养分含量。适宜植物生长的良好的土壤结构主要依赖于直径为 1～10mm 的水稳定性团聚体，而土壤微生物和有机质在团聚体的形成过程中起重要作用。有机物质为微生物的生长提供营养源，而细菌的黏液和胶质以及真菌、放线菌的菌丝则能稳定团粒。因此，林地被开垦或破坏后，有机物质补充减少或分解减慢以及水热条件的改变，也是导致土壤团聚体稳定性下降的重要原因。而增加有机质的投入，不仅能减少对土壤微生物的破坏，增加土壤养分含量，而且将增加水稳定性团聚体的数量，控制土壤结构的稳定性，从而有利于植物的生长。

土壤呼吸作用研究较多。由表 4 可见，土壤呼吸作用与土壤含水量、有机质和有效氮的相关性极显著（平均相关系数分别为 0.8741、0.9340 和 0.8094），与速效钾的相关性显著（平均相关系数为 0.6578），与速效磷的相关性未达到显著水平（平均相关系数 0.4576）。前人在研究土壤呼吸速率的季节变化时得出，土壤呼吸速率与土壤水分呈

极显著的相关关系；杨涛等的研究得出，土壤有机质、有效氮和速效钾与土壤呼吸作用有显著的相关性。可见，我们的研究结果与前人的基本一致。

土壤微生物数量与土壤含水量、有机质、有效氮、速效磷和速效钾的相关性均达到了显著及其以上的水平（表 4）。在微生物总数中，细菌占绝大部分（>70%），据报道，最高的细菌密度出现在含水量相当高的地区，对于好气细菌生命活动的最适水平常为土壤持水量的 50%～75%。土壤固氮作用强度与土壤含水量、有机质和有效氮的相关性为极显著（R 值分别为 0.9401、0.9641 和 0.9025）。已有人研究得出，固氮数值低的原因大概是有效碳源的缺乏，但与湿度、温度低也有关系。

高黎贡山中部（海拔 2000m 左右）的植被保存较好，原生常绿阔叶林发育良好，土壤微生物的生长代谢旺盛，土壤养分含量丰富，为自然保护区周围生存的 22 万人口提供了丰富的自然资源。而人为干扰、砍伐、放牧和单一种植已使森林植被遭受破坏，土壤微生物和土壤养分状况急剧降低，在荒地降至较低水平，导致生态环境恶化和土地退化。应对高黎贡山的森林和生物资源妥为管理和保护，采取切实措施，避免这一状况的进一步恶化。

主要参考文献

埃塞林顿 J R. 1989. 环境与植物生态学. 曲仲湘等译. 北京：科学出版社

许光辉，郑洪元，张德生等. 1984. 长白山北坡自然保护区森林土壤微生物生态分布及其生化特性的研究. 生态学报，4(3)：207～222

杨涛，姜文波，孙希春等. 1989. 不同植被类型高山草甸土呼吸作用的研究. 土壤学报，26(2)：186～191

杨靖春，倪平，祖元刚等. 1989. 东北羊草草原土壤微生物呼吸速率的研究. 生态学报，9(2)：139～143

亚历山大 M. 1983. 土壤微生物学导论. 广西农学院农业微生物学教研组译. 北京：科学出版社

中国科学院南京土壤研究所. 1978. 土壤理化分析. 上海：上海科学技术出版社

中国科学院南京土壤研究所微生物室. 1985. 土壤微生物研究法. 北京：科学出版社

The Microbial Biochemical Activities in Soils of Different Land Types in Gaoligong Mountains

ZHANG Ping[1]　GUO Hui-jun[1]　DAO Zhi-ling[2]　LONG Bi-yun[1]

(1 Tropical Botanic Garden in Xishuangbanna, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223 PRC)

(2 Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650204 PRC)

Abstract　The Gaoligong Mountains are of momentous significance in biological research and to which attentions have been paid by many researchers because of its manifold forest types and biological resources. But, felling, herding and planting have damaged forests, resulted in deterioration of environment and land, and threatened the for-

ests, and biological resources in natural reserve because of increasing population. The variation patterns of soil microbial growth, metabolism and ecological factors, and the effects of the factors on soil microbes in different land types in Gaoligong Mountains were studied. The effects of anthropologic disturbance on soil microbe and nutrient contain were investigated. The aim is to provide scientific basis for forest management and biological diversity protection.

Land falls into five types, of original forest, secondary forest, artificial plantation, field and waste land, corresponding to five states of landuse, i. e. original state, secondary forest type for the state of the original forest felled and herded, waste land is the state of forest damaged, and artificial plantation and field are two main use types of forest planted. The 11 soil-specimens from different land types were collected in August-September, 1995, and microbial number, biochemical activities and nutrient contains in the soils were determined. The correlations between soil microbe and ecological factors were analysed. The influence of anthropologic disturbance on soil microbe and nutrient contains were discussed. The result shows that soil microbial growth and metabolism were highest under original forests, and decreased from original forests→secondary forests→*Cunninghamia lanceolata* plantation, and lowest in waste land of all types. The metabolism activities were all lower in artificial plantations and field. The different degree of correlations were found between variations of ecological factors and soil microbes in different land types. The growth and metabolism of soil microbes were extreme significantly correlated with organic matter and effective nitrogen except cellulose decomposition, and significantly correlated with moisture and quick acting potassium except cellulose decomposition with moisture, but the correlation were not all statistically significant between growth and metabolism of soil microbes and quick acting phosphorus. The results revealed that the main ecological factors influencing the growth and metabolism of soil microbes in different land types were organic matter, effective nitrogen, moisture, quick acting potassium and quick acting phosphorus in sequence.

Anthropologic disturbances influence soil microbe through altering ecological factor. It is found that the decreasing of organic matter input or decomposition speed and alteration of environmental condition are main reasons resulting in decreasing of microbial number, activities and nutrient contain and damaging of soil construction.

Key words Land types, Microbial growth and metabolism, Ecological factor, Correlation, Anthropologic disturbance

高黎贡山土壤微生物的数量和多样性*

张　萍[1]　郭辉军[2]　刀志灵[3]　龙碧云[1]

（1 中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部，昆明　650223）

（2 中国科学院昆明分院，昆明　650022）

（3 中国科学院昆明植物研究所，昆明　650204）

摘　要　本文从分解者亚系统水平，研究了高黎贡山海拔 1000～3100m 的不同植被下土壤中微生物的数量和多样性，对不同海拔高度、不同植被下的 12 份土壤样品，进行了微生物数量、真菌多样性及养分含量的测定，结果得出：细菌、真菌、放线菌数量和真菌多样性随海拔不同而变化，最高值出现在海拔 2000m 左右，其植被下土壤微生物的数量和多样性最高，随海拔升高或降低均呈下降趋势，在山底降到较低水平。土壤微生物随海拔高度的变化与生态因子呈现不同程度的相关性，其中，微生物的数量和多样性与气温、有机质之间的相关性最大，除细菌数量与气温、真菌数量与有机质外，都达到了显著的水平；与有效氮、土壤含水量之间的相关性次之；而与速效磷和速效钾的相关性较差。说明影响高黎贡山土壤微生物数量和多样性垂直分布的主要生态因子是气温、土壤有机质和有效氮含量、土壤含水量，现有土壤磷和钾含量的变化对土壤微生物数量和多样性的影响相对较小。

关键词　高黎贡山，微生物数量和多样性，生态因子，相关性

高黎贡山位于滇西北中缅边境的横断山地区，由于有多种多样的森林类型和生物资源，早已引起世界性的广泛关注，并已于 1983 年被确定为国家级自然保护区。高黎贡山由于南北切割剧烈，南段相对高差在 2500m 左右，形成了明显的生物、气候垂直带谱，分布着多种植被类型。山体上半部（1880m 以上）的植被保存较好，生物资源十分丰富；而下部（1500m 以下）有村庄分布，近 10 年来由于人口激增，森林大量被砍伐、放牧和开垦为农田或人工纯林，次生林也片断化，山底部的植被基本上已被砍光。植被的破坏在导致生态环境恶化和土壤退化的同时，必然对土壤微生物产生重大影响，也威胁着自然保护区的森林和生物资源。如何加强高黎贡山森林资源管理和生物多样性保护，已成为一个亟待解决的课题，并引起了国内外学者的广泛关注。

土壤微生物是陆地生态系统中最活跃的成分，担负着分解动植物残体的重要使命，推动着生态系统的能量流动和物质循环。植被生长的好与坏和土壤微生物的生长活动密切相关，而微生物的生长是多维生态因子综合作用的结果。我们从 1995 年起，对高黎贡山的森林类型和生物资源进行了为期 3 年的调查研究，力图为高黎贡山森林资源管理与生物多样性保护提供科学依据。本文是土壤微生物研究的部分结果。

---

* 本文 1999 年发表于《生物多样性》，7(4)：297～302。

1　材料与方法

1.1　采样

研究地点位于云南省西北部保山地区境内。我们的调查路线是高黎贡山南段东坡，从海拔 1000m 的怒江峡谷经白花岭村到海拔 3100m 的山顶斋公房，平均海拔每升高 200m 做一个植被样方，土壤取样在样方中进行。1995 年 8～9 月以混合取样法采取微生物壤生的表层土壤（0～20cm），共取土样 12 个，供试土壤的基本情况见表 1。

表 1　供试土壤的基本情况

样地号	海拔/m	植被类型	枯落物量/(kg/m)	年均气温/℃	土壤含水量/%	有机质/%	有效氮/(mg/kg)	速效磷/(mg/kg)	速效钾/(mg/kg)
14	3100	高山灌丛草甸	0	6.49	81.0	8.60	352.5	1.0	63.1
15	2830	针阔混交林	1.20	8.19	55.9	5.20	263.2	1.1	25.9
12	2560	针阔混交林	2.97	9.89	116.0	11.66	329.4	0.5	112.4
13	2410	常绿阔叶林	1.69	10.84	104.3	17.90	346.5	0.5	81.2
G	2200	常绿阔叶林	1.61	12.16	106.7	16.59	537.3	1.8	20.1
7	1990	常绿阔叶林	1.29	13.49	72.4	19.38	442.8	1.3	40.6
2	1880	常绿阔叶林	0.85	14.18	70.5	14.48	335.0	0.6	119.2
3	1820	常绿阔叶林	0.78	14.56	55.2	6.79	189.0	0.9	251.7
4	1630	常绿阔叶林	0.57	15.76	31.8	2.54	113.1	1.1	106.2
5	1400	常绿阔叶林	0.92	17.21	46.4	3.14	124.3	1.0	81.8
9	1210	干热河谷稀树灌丛	0.24	18.40	27.9	1.65	61.6	2.7	101.3
10	1000	干热河谷稀树灌丛	0	19.73	25.4	1.80	51.5	2.7	97.0

样地的主要植物种类：No. 14 有无毛杜鹃（*Rhododendron speciferum*）、可喜杜鹃（*R. dichroanthum* var. *apodectum*）和漾濞荚蒾（*Viburnum chingii*）等；No. 15 有云南铁杉（*Tsuga dumosa*）、滇藏钓樟（*Lindera obtusiloba*）和多脉茵芋（*Skimmia inultinervia*）等；No. 12 有云南松（*Pinus yunnanensis*）、马樱花（*R. delavayi*）和旱冬瓜（*Alnus nepalensis*）等；No. 13 有华南石栎（*Lithocarpus fenestratus*）、云南金叶子（*Graibiodendron yunnanensis*）和白穗石栎（*L. leucostachyus*）等；No. 6 有短刺栲（*Castanopsis echidnocarpa*）、旱冬瓜和陇川山茶（*Camellia vardii*）等；No. 7 有栓皮栎（*Quercus variabilis*）、佤山栲（*Castanopsis cerutacantha*）和红木荷（*Schima wallichii*）等；No. 2 有刺栲（*C. mystrix*）、高山栲（*C. delavayi*）、红木荷和银木荷（*S. argentea*）等；No. 3 有圆叶米饭花（*Lyonia ovalifolia*）、佤山栲和小叶青冈（*Cyclobalanopsis myrsinaefolia*）等；No. 4 有大叶栎（*Q. griffithii*）、高山栲和红木荷等；No. 5 有高山栲、红木荷和刺栲等；No. 9 有青冈（*C. glauca*）、柯子（*Terminalia chebula*）和余甘子（*Phyllanthus emblica*）等；No. 10 有灰毛浆果楝（*Cipadessa cinerascens*）、柯子和余甘子等。

1.2 土壤微生物的数量测定

细菌、真菌、放线菌的数量采用稀释平板法测定。

1.3 土壤小型真菌的分离鉴定

采用魏景超等提供的方法。

1.4 土壤小型真菌多样性指数的测度

物种多样性的研究方法和测度指数比较多，本文根据土壤真菌和各测度指数的特点及取样数据的类型，选择应用了 Shannon-Wiener 指数（H'）和 Simpson 指数（D）：

$$H' = -\sum P_i \cdot \ln P_i \tag{1}$$

$$D = 1 - \sum P_i^2 \tag{2}$$

以上（1）和（2）式中 P_i 是第 i 个属的多度比例，可以用 $P_i = n_i / N$ 求出；n_i 是第 i 个属的菌株数；$N = \sum n_i$，为全部属的菌株数之和。

以上两种多样性指数在动植物群落研究中通常以种为测度单位，但由于研究方法方面的困难，以属和科等较高分类阶元为多样性的测度单位也能反映一个特定群落的物种多样性特征；同时，群落多样性的测度是从动物群落多样性的测度发展起来的，因此，其测度指标多为个体数目。在植物个体数目计数困难的草甸植物群落中，用盖度、生物量以及要值等作为测度指标计算群落多样性指数，优于以株数作为测度指标计算的结果，且动物群落也有以群体数作为测度指标计算多样性指数的报道，迄今为止，人们试图选择易于取得的指标进行多样性指数的计算。在土壤微生物研究中，由于分离鉴定的困难，土壤真菌群落多鉴定到属。本文应用以上公式，根据微生物的特点，以菌株数为计算依据，测度了土壤真菌属级的多样性指数。

1.5 生态因子的测定

年平均气温来自黄大华等（1985）数据；土壤生态因子采用参考文献中常规的化学方法。

2 结果与讨论

2.1 高黎贡山土壤微生物数量的分布

微生物数量是衡量微生物生长的一个重要指标。由表 2 可见，高黎贡山细菌、真菌和放线菌数量随海拔高度的变化基本是一致的，呈明显的垂直分布。高海拔植被下的土壤微生物数量较低，随着海拔的降低，微生物生长逐渐加快，微生物数量最高值出现在海拔 2000m 左右，即 No. 7、No. 6、No. 2 样地土壤微生物的数量最高。而高黎贡山下半部随海拔降低，土壤微生物数量逐渐减少，生长也逐渐减慢，低海拔（1000m 左右）植被下的土壤微生物数量已降至较低水平。

表 2　不同海拔下各土样的微生物数量（单位：×10⁴ 个/g 干土）

样地号	海拔/m	细菌	真菌	放线菌	微生物总数
14	3100	244.5	0.6	1. 1	6.2
15	2830	234.0	1.4	3.5	248.9
12	2560	226.8	15.1	13.8	255.7
13	2410	143.2	16.4	2.9	162.5
6	2200	614.7	11.4	23.2	649.3
7	1990	689.6	23.7	112.1	825.4
2	1880	464.2	20.9	80.9	566.0
3	1820	353.3	27.2	79.2	459.7
4	1630	332.7	12.5	94.5	439.7
5	1400	318.4	16.8	41.4	376.6
9	1210	262.2	8.9	76.7	347.8
10	1000	219.6	2.6	100.4	322.6

2.2　高黎贡山土壤真菌多样性的变化

Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数测度的结果见图 1。图 1 显示了高黎贡山从海拔 1000～3100m 的不同植被下土壤真菌的多样性数值。从图 1 可见，两个多样性指数反映出基本一致的趋势。高黎贡山上半部（海拔 1880m 以上）的多样性指数较高（Simpson 指数在 0.7 以上，Shannon-Wiener 指数在 1.6 以上），其中又以 No. 6、No. 13、No. 7、No. 2 样地（海拔 1880～2410m）最高，下半部随海拔降低，多样性指数呈降低趋势，低海拔（1000～1400m）的植被（No. 5、No. 9、No. 10），多样性指数较低。真菌多样性指数的测度结果与微生物数量的测定结果基本是一致的。从属的分布来看，在山中部的植被下分离到的属最多，No. 2、No. 7、No. 6 土样平均分离到 12 个属 22.7 株菌；其次为高海拔的植被，No. 12、No. 15、No. 14 土样平均分离到 7.0 个属 12.3 株菌；海拔较低的植被分离到的属最少，No. 5、No. 9、No. 10 土样平均分离到 6.3 个属 18.3 株菌。

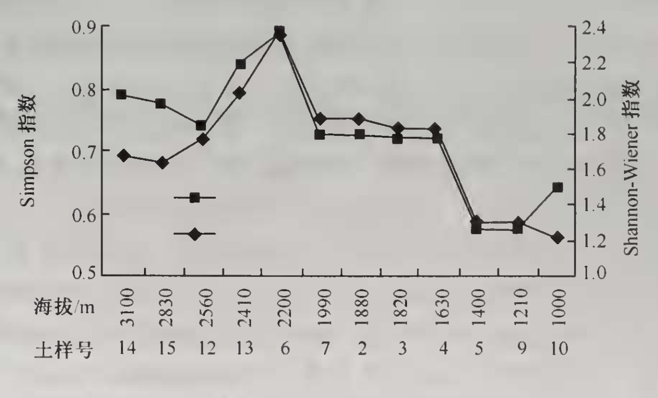


图1　高黎贡山土壤的真菌多样性

2.3 高黎贡山土壤微生物数量及多样性与生态因子之间的相关性

微生物区系受其生长环境所控制。影响土壤微生物的主要环境因素包括土壤含水量、土壤温度、pH 值、有机物质和无机养料的供应等，其他因素，如人类活动、植被、季节和土壤深度的影响是通过主要因素起作用的，而土壤温度又与气温有直接的关系，我们测定了高黎贡山气温和土壤生态因子对土壤微生物的影响。

从表 3 看出，高黎贡山土壤微生物的数量和多样性与各生态因子之间均有不同程度的相关性，其中，与气温、有机质之间的相关性最大，除细菌数量与气温、真菌数量与有机质外，都达到了显著的水平；与有效氮、土壤含水量之间的相关性次之，而与速效磷和速效钾的相关性较差。说明影响高黎贡山土壤微生物数量和多样性垂直分布的主要生态因子是气温、土壤有机质、有效氮含量和土壤含水量，现有土壤磷和钾含量的变化对土壤微生物的数量和多样性影响相对较小。

表 3　高黎贡山生态因子与土壤微生物间的相关分析（R 值，$n=12$）

微生物指标	土壤含水量/%	年均气温/℃	有机质/%	有效氮/(mg/kg)	速效磷/(mg/kg)	速效钾/(mg/kg)
细菌数量	0.4690	0.5721	0.5771	0.7051	0.6076	0.5414
真菌数量	0.2757	0.8631	0.4394	0.2631	0.4376	0.7824
放线菌数量	0.6938	0.8025	0.5980	0.519	0.4239	0.5826
微生物总数	0.5000	0.6148	0.7732	0.6693	0.3126	0.5525
Simpson 指数	0.7533	0.8003	0.7643	0.8121	0.4847	0.1233
Shannon 指数	0.7450	0.8629	0.8122	0.9317	0.5539	0.2789

高黎贡山土壤微生物的数量变化受气温的影响明显，山顶气温低，不利于微生物生长繁殖；随海拔降低气候变得温暖，微生物数量增加，各类微生物的数量与气温之间的相关性除细菌外都达到了显著水平（表 2 和表 3），与土壤含水量之间的相关性仅放线菌数量达到显著水平。

高黎贡山土壤微生物数量和多样性的垂直分布亦与土壤有机质和有效氮含量显著相关，而土壤有机质和有效氮的含量又受人为干扰和植物群落类型的影响。不同海拔高度和人为干扰强度形成了不同的生境，发育着不同的植被类型，不同植物群落所形成的枯落物量和营养成分存在着一定差异，必然导致土壤微生物在各植物群落中分布的不均一性，从而形成不同的土壤养分状况。在高黎贡山上半部，从山顶向下随海拔降低，植被变化为高山灌丛草甸→针阔混交林→常绿阔叶林，枯落物也变得易于被分解，加之水热条件的适宜，土壤微生物的生长繁殖加快，代谢旺盛，土壤有机质和有效氮含量增加，土壤微生物的数量和多样性增加；而高黎贡山下半部因有村落分布，近 10 年来由于人口激增，砍伐、放牧、农田和经济林木的大量开垦种植，使森林植被遭受破坏且片断化。随海拔降低村落数且增多且接近公路，上述人为干扰强度和频率增加，有些植被（如 No. 5 样地）变成当地群众的砍柴山，山底部的植被基本上已被砍光，人为活动、放牧等使地表裸露，土壤板结，水土流失严重，植被由常绿阔叶林向干热河谷稀树灌丛过渡，枯落物量减少，土壤微生物的数量和多样性降低，土壤有机质和有效氮的含量也减少，在山底降到最小值。

Shannon-Wiener 指数和 Simpson 指数的梯度变化，可以在一定程度上间接说明生境条件的差异。一般而言，生境条件越适宜，多样性就越高，也就是说，群落的多样性指数可用来衡量其环境的优劣。高黎贡山中部土壤真菌的两个多样性指数均较高，说明这一地段的生境条件适宜于大多数土壤真菌的生长；下半部随海拔降低，多样性指数的变化，在某种程度上说明随海拔降低，土壤微生物的生长环境恶化。研究得出，影响土壤真菌多样性的生态因子主要是气温、土壤有机质、有效氮含量和土壤含水量，它们与两个多样性指数之间的相关性均达到了极显著的水平（表 3）。

高黎贡山上半部的植被保存较好，尤以海拔 2000m 左右的常绿阔叶林发育良好，土壤微生物的生长代谢旺盛，土壤养分含量丰富，为自然保护区周围生存的 22 万人口提供了丰富的自然资源。而下半部的人为干扰在使森林植被遭受破坏的同时，也对土壤微生物和土壤养分产生了很大程度的影响。目前应对高黎贡山的森林和生物资源妥善管理和保护，避免这一状况的进一步恶化。

致谢　本文在修改过程中，得到中国科学院西双版纳热带植物园朱华博士和冯志立先生的帮助，在此一并致谢。

主要参考文献

黄大华，傅绍铭．1985．高黎贡山山地气温的分布特征．气象，11(11)：18～21
刘玉洪．1993．哀牢山北段山地的地温气候资源分析．自然资源学报，8(2)：158～165
马克平，黄建辉，于顺利等．1995．北京东灵山地区植物群落多样性的研究．生态学报，15(3)：268～277
魏景超．1979．真菌鉴定手册．上海：上海科学技术出版社
亚历山大 M．1983．土壤微生物学导论．广西农学院农业微生物学教研组译．北京：科学出版社
于登攀，邹仁林．1996．鹿回头岸礁造礁石珊瑚物种多样性的研究．生态学报，16(5)：469～475
中国科学院南京土壤研究所．1978．土壤理化分析．上海：上海科学技术出版社
中国科学院南京土壤研究所微生物室．1985．土壤微生物研究法．北京：科学出版社
中国科学院微生物研究所．1973．常见与常用真菌．北京：科学出版社
Pielou E C．1975．Ecological diversity．John Wiley & Sons Press

A Study on Quantity and Diversity of Soil Microorganisms in Gaoligong Mountains

ZHANG Ping[1]　GUO Hui-jun[2]　DAO Zhi-ling[3]　LANG Bi-yun[1]

（1 Xishuangbanna Tropical Botanic Garden，The Chinese Academy of Sciences，Kunming 650223）

（2 Kunming Branch，The Chinese Academy of Sciences，Kunming 650022）

（3 Kunming Institute of Botany，The Chinese Academy of Sciences，Kunming 650204）

Abstract　The quantity and diversity of soil microbe were studied in different vege-

tation types in Gaoligong Mountain, Yunnan. The quantities of microbes, diversity of fungi, and the amount of nutritions were examined in 12 soil samples, which were collected from different habitats with the elevation ranging from 1000 to 3000 meters. The result showed that the quantities of bacteria, fungi, actinomyces, and diversity of fungi varied with elevation. The highest values occurred at the elevation of about 2000 meters, and they decreased as the elevation increased or decreased. The lowest values appeared at bottom of the Mountains. The correlations between soil microbes and the ecological factors varied. The quantities and diversity of soil microbes were significantly correlated with temperature and organic matter except that there were no significant correlations between the quantity of bacteria and temperature, as well as between quantity of fungi and organic matter. In contrast, they correlated less with effective nitrogen and soil moisture content, much less with quick acting phosphorus and quick acting potassium. The results indicate that the main ecological factors influencing the quantity and diversity of soil microbes were temperature, organic matter, effective nitrogen, and soil moisture content.

Key words Gaoligong Mountains, Quantity and diversity of microbe, Ecological factor, Correlation

高黎贡山土壤微生物生化活性的初步研究*

张　萍[1]　郭辉军[2]　刀志灵[3]　龙碧云[1]

（1 中国科学院西双版纳热带植物园，昆明　650223）

（2 中国科学院昆明分院，昆明　650223）

（3 中国科学院昆明植物研究所，昆明　650223）

关键词　高黎贡山，微生物生长和代谢，生态因子，相关性

中图分类号 Q 938.1

高黎贡山位于滇西北中缅边境的横断山地区，由于其多种多样的森林类型、生物资源，早已引起世界性的广泛关注。高黎贡山山体宏大，上半部是国家级自然保护区，分布着多种类型的原生植被和丰富的生物资源；下半部（1500m 以下）有村庄分布，近 10 年来，由于人口激增，森林大量被砍伐、放牧和开垦成农田或人工纯林，形成片状分布的次生林。山底部的次生林基本上已被砍光。植被的破坏导致生态环境恶化，同时，也对自然保护区森林和生物资源产生了很大的威胁。

土壤微生物是陆地生态系统中最活跃的成分，担负着分解动植物残体的重要使命，推动着生态系统的能量流动和物质循环。植被生长的好与坏和土壤微生物的生长活动密切相关，而微生物的生长是多维生态因子综合作用的结果：我们从 1995 年起，对高黎贡山的森林类型和生物资源进行了为期三年的调查研究，力图为高黎贡山森林资源管理与生物多样性保护提供科学依据。本文是土壤微生物研究的部分结果，关于这方面的工作尚未见报道。

1　材料与方法

1.1　采样

研究地点位于云南省西北部保山地区境内，我们的调查路线是高黎贡山南段东坡从海拔 1000m 的怒江峡谷到白花岭村到海拔 3100m 的山顶斋公房，海拔平均每升高 200m 做一个植被样方。土壤取样也在样方中进行，于 1995 年 8～9 月采用混合取样法采取表层土壤（0～20cm），供试土壤的基本情况见表 1。

* 本文 2000 发表于《土壤学报》，37(2)：275～279。

表 1　供试土壤的基本情况

样地号		海拔/m	植被类型	枯落物量 /（kg/m^2）	土壤含水量 /（g/kg）
原生林	14	3100	高山灌丛草甸	0	810
	15	2830	针阔混交林	1.20	559
	12	2560	针阔混交林	2.97	1160
	13	2410	常绿阔叶林	1.69	1043
	6	2200	常绿阔叶林	1.61	1067
	7	1990	常绿阔叶林	1.29	724
	2	1890	常绿阔叶林	0.85	705
次生林	3	1820	常绿阔叶林	0.78	552
	4	1630	常绿阔叶林	0.57	318
	5	1400	常绿阔叶林	0.92	464
	9	1210	干热河谷稀树灌丛	0.24	279
	10	1000	干热河谷稀树灌丛	0	254

1.2　土壤微生物的测定

细菌、真菌、放线菌和芽孢杆菌的数量采用稀释平板法测定；固氮作用采用土壤培养测全氮法；呼吸作用采用碱吸收滴定法；纤维素分解强度采用埋布片法。

1.3　生态因子的测定

年降水量和年平均气温据黄大华等（1985）和傅绍铭等（1985）的研究；土壤养分采用常规的化学方法。

2　结果与讨论

2.1　高黎贡山土壤微生物的分布

我们进行了土壤微生物总数、呼吸作用强度、代谢葡萄糖能力、纤维素分解强度，芽孢杆菌数量和固氮作用强度 6 个方面的测定。结果得出（表 2），这 6 个方面随海拔高度的变化是一致的，呈明显的垂直分布。高海拔的原生林下土壤微生物的生长和代谢水平较低，随着海拔的降低，微生物的生长逐渐加快，代谢逐渐增强，最高值出现在海拔 2000m 左右，其原生林下土壤微生物的数量和代谢活性最高。随海拔降低，次生林的土壤微生物数量逐渐减少，代谢逐渐减慢，低海拔（1000m 左右）的次生林，土壤微生物的生长和代谢已降至较低水平，其中，呼吸作用强度、代谢葡萄糖能力、固氮作用强度和芽孢杆菌数量均降到最小。

表 2 高黎贡山土壤微生物随海拔高度的变化

样地	海拔/m	微生物总数 ×10⁴/g 干土	呼吸作用强度 (CO_2 μl /g 干土 · h)	代谢葡萄糖能力 (CO_2 μl /g 干土 · h)	纤维素分解强度布条减重 /(mg/g)	固氮作用 (mg/100g 干土)	芽孢杆菌数量 (×10⁴ /g 干土)
原生林	3100	246.2	32.2	477.9	149.3	6	14.5
	2830	248.9	30.1	525.5	95.1	11	6.8
	2560	255.7	45.2	568.7	98.5	9	18.4
	2410	162.5	70.2	872.3	126.5	13	13.3
	2200	649.3	84.2	992.9	288.2	25	68.2
	1990	825.4	188.5	1259.0	403.8	34	81.5
	1880	566.0	77.8	1083.5	330.9	41	57.1
次生林	1820	459.7	54.5	696.8	309.4	9	49.6
	1630	439.7	44.9	516.7	369.2	6	57.2
	1400	376.6	33.4	557.6	179.6	—	52.9
	1210	347.8	16.4	268.7	192.5	—	24.3
	1000	322.6	11.9	207.7	145.8	—	10.7

2.2 高黎贡山生态因子的变化

由表 3 可以看出，土壤有机质和有效氮随海拔高度的变化与土壤微生物的变化一致，高峰值都出现在海拔 2000m 左右，山顶较低，在山脚（海拔 1000m 左右）降到最小。而速效磷和速效钾的变化则不同，随海拔高度的变化波动，整个山体土壤磷含量都很低，属于严重缺磷区，速效磷含量较低的海拔 1880m 处，土壤微生物数量和代谢活性却较高，而山底磷含量最高，微生物的代谢水平最低。气候因子随海拔降低，年降水量减少，而年平均气温升高。

表 3 高黎贡山生态因子随海拔高度的变化

样地	海拔/m	降水量/mm	气温/℃	有机质/ (g/kg)	有效氮 /(mg/kg)	速效磷(P) /(mg/kg)	速效钾(K) /(mg/kg)
原生林	3100	3364.9	6.49	86.0	352.5	1.0	63.1
	2830	2892.6	8.19	62.0	263.2	1.1	25.9
	2560	2463.3	9.89	116.6	329.4	0.5	112.4
	2410	2243.4	10.84	179.0	346.5	0.5	81.2
	2200	1957.8	12.16	165.9	537.3	1.9	120.1
	1990	1698.2	13.49	193.8	442.8	1.3	140.6
	1880	1572.7	14.18	144.8	335.0	0.6	119.2
次生林	1820	1507.2	14.56	67.9	189.0	0.9	251.7
	1630	1313.8	15.76	25.4	113.1	1.1	106.2
	1400	1108.2	17.21	31.4	124.3	1.0	81.8
	1210	961.9	18.40	16.5	61.6	2.7	101.3
	1000	825.0	19.73	18.0	51.5	2.7	97.0

2.3 土壤微生物与生态因子之间的相关性

土壤微生物受其生长的周围环境所控制，高黎贡山气候和土壤养分是导致土壤微生物随海拔高度变化的重要因素。从表 4 看出，土壤微生物的生长和代谢与各生态因子均有不同程度的相关性，其中，微生物生长和代谢与降水量之间的相关性除芽孢杆菌数量为显著外，其余都达到了极显著的水平；与气温、有机质、有效氮之间的相关性除纤维素分解强度外，都达到了显著水平；而与速效磷和速效钾的相关性较差。说明影响高黎贡山土壤微生物生长和代谢分布的主要生态因子是降水量、气温、土壤有机质和有效氮含量，现有土壤磷和钾含量的变化对土壤微生物的生长和代谢影响较小。

表 4　高黎贡山土壤微生物与生态因子间的相关性（*R* 值）

微生物指标	降水量	气温	有机质	有效氮	速效磷（P）	速效钾（K）
微生物总数	0.9665	0.8104	0.7732	0.6693	0.3126	0.5525
呼吸作用强度	0.9832	0.9562	0.8882	0.8061	0.6513	0.3707
代谢葡萄糖能力	0.9484	0.9548	0.8883	0.8541	0.8442	0.3205
纤维素分解强度	0.9435	0.7591	0.4587	0.2993	0.1918	0.4867
固氮作用	0.9946	0.9345	0.9009	0.9038	0.5957	0.2345
芽孢杆菌数量	0.8737	0.8244	0.5938	0.5757	0.1609	0.6964

高黎贡山的降水量和气温随海拔高度而变化，年平均气温随海拔高度升高而降低，垂直递减率为 0.63℃/100m，而年降水量随海拔高度升高而增加（表 3）。在海拔 1990m 以上，年降水量已大于 1600mm，而年平均气温却较低，故温度是限制微生物生长代谢的主要气候因子。山顶气温低不利于土壤微生物生长代谢，随海拔降低，气候变得温暖，微生物数量和代谢活性增加（表 2），微生物的数量和活性与气温之间的相关性除纤维素分解强度外都达到了显著水平（表 4）；而在海拔 1880m 以下，年平均气温已大于 14.1℃，而降水量却较低（尤其在山脚）。所以降水量是限制微生物生长代谢的主要气候因子，随海拔降低，降水量降低，土壤含水量显著下降（表 1）。土壤微生物的数量和代谢活性显著降低（表 2），微生物生长代谢与降水量之间的相关性除芽孢杆菌数量为显著外，都达到了极显著的水平（表 4）。

高黎贡山土壤微生物生长和代谢也受土壤有机质和有效氮含量的显著影响，而土壤有机质和有效氮的变化又与人为干扰和植物群落类型有关，不同海拔高度和人为干扰强度形成了不同的生境，发育着不同的植被类型，不同植物群落所形成枯落物的量和营养成分存在一定差异，必然导致土壤微生物在各植物群落中分布的不均一性。从而形成不同的土壤养分状况。原生林随海拔降低，植被从高山灌丛草甸→针阔混交林→常绿阔叶林，枯落物变得易于被分解，加之水热条件的适宜，土壤微生物的生长代谢加快，土壤有机质和有效氮含量增加。而高黎贡山下半部有村落分布，由于人口激增，砍伐、放牧、农田和经济林木的大量开垦种植，使森林植被遭受破坏，连续分布的原生林变成片状分布的次生林。随海拔降低村落越多且越接近公路，上述人为干扰强度和频率增加，有些次生林（如 5＃样地）变成当地群众的砍柴山，海拔较低的次生林（9＃、10＃）

基本上已被砍光，人为活动、放牧等使地表裸露，土壤板结，水土流失严重，气候也发生很大变化，植被从常绿阔叶林一，干热河谷稀树灌丛，枯落物量减少，土壤微生物的生长和代谢降低，有些代谢活性在山脚降到最低值；同时，土壤有机质和有效氮的含量也减少，在山脚也降到最小。

研究表明，高黎贡山现有磷和钾含量的变化对土壤微生物的生长影响较小，这与前人的研究基本一致。

有关土壤呼吸作用的研究报道已较多，由表4可见，土壤呼吸作用（包括内源呼吸和代谢葡萄糖能力）与降水量，气温、土壤有机质和有效氮的相关性为极显著，与速效磷的相关性为显著，与速效钾的相关性未达到显著水平。前人在研究土壤呼吸速率的季节变化时得出，土壤呼吸速率与土壤温度和土壤水分呈极显著的相关关系，我们用年平均温度和年降水量也得到了一致的结果。杨涛等的研究得出，土壤有机质、有效氮和速效钾与土壤呼吸作用有显著的相关性。可见，我们的研究与前人比较一致的结果是，影响土壤呼吸作用的主要生态因子是降水量、气温、土壤有机质和有效氮含量。

主要参考文献

傅绍铭，黄大华．1985．高黎贡山降水分布及其成因分析．气象，11(3)：14～19

黄大华．傅绍铭．1985．高黎贡山地气温的分布特征．气象，11(11)：18～21

杨靖春，倪平，祖元刚．1989．东北羊草草原土壤微生物呼吸速率的研究．生态学报，9(2)：139～143

杨涛，姜文波，孙希春．1989．不同植被类型高山草甸土呼吸作用的研究．土壤学报，26(2)：186～191

张祟邦，杨靖春，管致锦．1995．东北羊草草原综合生态因子对微生物生长的作用——IRM模型的研究．生态学报，15(2)：207～213

中国科学院南京土壤研究所．1975．土壤理化分析．上海：上海科学技术出版社

中国科学院南京土壤研究所微生物室．1985．土壤微生物研究法．北京：科学出版社

Preliminary Study on Soil Biochemical Activities in Gaoligong Mountains

ZHANG Ping[1] GUO Hui-jun[2] DAO Zhi-ling[3] LONG Bi-yun[1]

(1 Tropical Botanic Garden in Xishuangbanna, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223)

(2 Kunming Brunch, Chinese Academy of Sciences 650223)

(3 Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences 650223)



后　　记

2001年开始，我们在“中荷合作森林保护与社区发展（FCCD）项目”的支持下，组织专业技术人员先后到各相关研究机构、大专院校、图书馆、情报所开展收集工作，至今已历时4年多。在材料的收集过程中，得到中国科学院动物研究所、植物研究所、昆明植物研究所、昆明动物研究所、西双版纳热带植物园昆明分部（生态研究所）、云南大学、西南林学院、云南师范大学、云南社科院、云南文史馆、云南林业调查规划院、云南林科院、云南地理研究所、云南科技情报所、云南省图书馆等单位的大力支持。我们查阅了中国有关动物、植物、生态、林业方面的主要中文期刊和云南地理、文史期刊，以及有关高黎贡山、横断山的学术专著。主要刊物有：动物学报、动物学研究、动物分类学报、动物学杂志、兽类学报、野生动物、四川动物、两栖爬行类学报、昆虫学报、昆虫分类学报、昆虫知识、植物学报、云南植物研究、植物分类学报、植物生态学报、植物研究、广西植物、武汉植物学研究、植物资源与环境学报、热带亚热带植物学报、西北植物研究、应用与环境生物学报、亚热带植物科学、生物学杂志、生物学通报、生物多样性、生态学报、生态学杂志、应用生态学报、生态科学、生态经济、真菌学报、微生物学报、自然资源学报、自然资源、资源科学 、云南大学学报、云南师范大学学报、西南师范学院学报、林业科学、林业科学研究、西南林学院学报、北京林业大学学报、南京林业大学学报、东北林业大学学报、中南林学院学报、云南林业、云南林业科技、林业经济、竹子研究汇刊、林业资源管理、经济林研究、云南林业调查规划、云南环境地理研究、山地学报、云南地质、云南文史丛刊等。在调查的过程中，我们还得到了许多专家的支持和帮助，云南地理研究所的郝性中先生就是其中的一个，他虽然与我们只是一面之交，但当他知道我们的目的之后，将多年收集的高黎贡山资料，全部无偿赠送给我们。正是在这些机构和专家的帮助下，才使我们的工作得于顺利完成。在我们编辑、出版本书之前，我们向所有的论文作者发去了征文通知，他的纷纷来信表示理解和支持我们出版此书，许多还寄来新作和发表在国外刊物上的论文，极大丰富了丛书的内容。在此，我们对所有支持、帮助和鼓励我们的人们表示诚挚的谢意，也就此机会向所有关心爱护高黎贡山的人们表示崇高的敬意。

编　者

2005年5月16日